Beiträge

zur

Kenntniss der hydrographischen Verhältnisse von Oberfranken

mit

specieller Berücksichtigung des Frankenwaldes und des Fichtelgebirges.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doctorwürde

vorgelegt der

hohen philosophischen Facultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

von

Eduard Spaeth

aus Schimmendorf.

München 1889.

M. Rieger'sche Universitäts-Buchhandlung

(Gustav Himmer.)

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545819_0177

Beiträge

zur

Kenntniss der hydrographischen Verhältnisse von Oberfranken

mit

specieller Berücksichtigung des Frankenwaldes und des Fichtelgebirges.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doctorwürde

vorgelegt der

hohen philosophischen Facultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

von

Eduard Spaeth

aus Schimmendorf.

München 1889.

M. Rieger'sche Universitäts-Buchhandlung

(Gustav Himmer.)

Vorliegende Arbeit wurde im pharmaceutischen Institute und Laboratorium für angewandte Chemie der Universität Erlangen unter Leitung von Professor Dr. Hilger durchgeführt.

Die Hydrometeore, das auf die Erdoberfläche aus der Atmosphäre gelangende und sich niederschlagende Wasser, Regen, Nebel, Thau etc. sind niemals reines Wasser; sie enthalten die Gase der atmosphärischen Luft: Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure gelöst. Im feinvertheilten Zustande durchdringt dann dieses Wasser mit diesem seinem Inhalte, auf den Ackerboden, die Mineralien der Gesteine der Mineralaggregate einwirkend, das permeable Gestein des Untergrundes, nimmt Lösliches daraus auf, dringt damit beladen in die Tiefe und tritt, nachdem es sich zu mehr oder weniger starken Adern auf undurchlässigen Lagen oder Hohlräumen gesammelt hat, in der Regel durch den Druck der communicirenden auflastenden Wassersäule von seinem unterirdischen Laufe als Quelle zurück. — Der Gehalt an Mineralbestandtheilen ist nun je nach der Beschaffenheit der Gesteine, welche das Wasser durchdrungen hat, ein grösserer oder geringerer und gerade diese Frage ist eine der wichtigsten bei der Untersuchung und Beurtheilung der Wasser nicht nur in Bezug auf Anwendung derselben in der Technik, sondern auch in hygienischer Beziehung.

Liegen nun eine Reihe Untersuchungen von Wässern aus den verschiedenen Niveaus der einzelnen geologischen Formationen vor, so ist es leicht, schon aus dem Gestein, aus welchem das Wasser heraustritt, auf die Brauchbarkeit dieses Wassers für die verschiedenen Zwecke zu schliessen.

Bis jetzt sind solche Arbeiten, welche die Classification der Wasser nach ihren Ursprungsformationen herzustellen versuchten, nur zwei bekannt:

Die eine von Regelmann, welche die Quellwasser Württembergs und die andere von Pecher, welche in ähnlicher gleich vorzüglicher und interessanter Weise die Wasser aus den geschichteten Gesteinen Unterfrankens behandelt.

Da es jedoch nicht allein wichtig erscheint, nur die unmittelbar zu Tage tretenden Quellen einer Untersuchung zu unterstellen, sondern vielmehr von wissenschaftlichem Interesse ist, auch die Veränderungen, welche die fliessenden Wasser auf ihrem Wege erleiden, kennen zu lernen, so wurden in nachstehender Arbeit, welche ich auf Veranlassung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Professor Dr. Hilger, unternahm, auch die Flusswässer einer eingehenderen Untersuchung unterstellt.

Uebersicht der geologischen Verhältnisse von Oberfranken.

Oberfranken bildet den nordöstlichsten Theil von Bayern und ist ein im Nordosten vom Fichtelgebirge, im Nordwesten vom Frankenwald, südöstlich von den Höhenzügen der fränkischen Schweiz eingeschlossener Kessel, der nach Südwesten hin durch die Niederung des Regnitz- und Maingebietes offen geblieben ist. Im nordöstlichen Berglande, dem Fichtelgebirge, erheben sich drei grosse mächtige Granitgruppen, die Waldsteingruppe nördlich, die Weissensteingruppe südlich und die Schneeberg- oder Centralgruppe; an dieses fast ausschliesslich granitische Berggebiet lehnen Ausläufer, Terrassen, mehr aus Gneiss, Glimmerschiefer und Urthonschiefer bestehend, sich an und bilden das Fichtelgebirge im engeren Sinne. Innerhalb dieses Centralstockes ist es die Bildung einer Wasserscheide, welche nach den vier Windrichtungen hin Gebirgsbäche entsendet und zwar den Main nach Westen, die Eger nach Osten, die Saale nach Norden und die Nab nach Süden. Jenseits der Hochebene, getrennt durch die massigen Graniterhebungen, begegnet man namentlich in westlicher Richtung den Granit umgehend, dem Urthonschiefer (Steinachthal, Goldkronach), während eine weitere Parthie bei Gefrees beginnend sich über Rehau hinzieht. Gneissgruppen breiten sich aus innerhalb der Hochebene um Redwitz, dann nördlich und nordwestlich von Wunsiedel, gegen Westen in der Goldkronacher-, namentlich aber in der Münchberger-, gegen Norden und Nordosten in der Selber-Gegend. Gegen Nordwesten, der Waldsteinkette vorgelagert, ist ein grosses jüngeres und hornblendegesteinreiches Gneissterrain, mit dem

älteren Gneisse das Münchberger Bergland bildend, zu verzeichnen. Der Urthonschiefer und zwar der südliche Zug beginnt bei Pullenreuth und geht über Redwitz nach Arzberg, der andere zieht sich über Wunsiedel, Thiersheim nach Hohenberg, von wo aus derselbe gegen das Egerplateau abfällt.

Der Frankenwald, in innigster Berührung mit dem bereits bezeichneten Münchberger Berglande gehört der eigentlichen Uebergangsformation an. Die älteste Urthonschieferbildung oder Silurformation, sowie die mittlere Uebergangsthonschieferbildung oder Devonformation dehnen sich mehr über den nördlichen Theil, die obere Uebergangsthonschieferbildung, Grauwacke- oder Kulmformation beherrscht den bei Weitem grössten Theil des Gebirges und dehnt sich hiebei über den östlichen, südlichen und westlichen Theil des Frankenwaldes aus. Innerhalb der aus Silur und Devon bestehenden Landstriche finden die Diabasgesteine ihre hauptsächlichste Verbreitung, so bei Berneck, Gefrees, Hof, Nordhalben, Stadtsteinach, ferner bei Steben, Dürrenwaid, im Höllenthal (Diabasbreccien). Der grösste Theil der zu Tage tretenden eisenhaltigen Säuerlinge ist auf dieses Revier beschränkt und steht auch der Reichthum der Gegend von Steben an Erzgängen im offenbaren Zusammenhange mit der Eruption der Diabasgesteine.

Steinkohlenschichten finden sich am Rande des Gebirges bei Stockheim; an diese schliesst sich unmittelbar das Rothliegende zwischen letztgenanntem Orte, Sonnenberg und Heinersdorf und in einer zweiten Partie zwischen Rothenkirchen, Pressig und Posseck an. Nur unmittelbar bei Stockheim und an der äussersten Südgrenze bei Burggrub und Lindenberg ragt Zechstein und Kupferschiefer in geringer Ausdehnung über den Rothliegenden empor. An den Rand dieses älteren Gebirges treten Glieder der triasischen Formation: Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper. Im Norden zwischen der Landesgrenze und dem Kronachthale lehnt sich Buntsandstein, südwärts hievon Muschelkalk, von Rodach bis Goldkronach Keuper, hierauf wieder eine kurze Strecke Muschelkalk, dann wieder Buntsandstein an den Südwestfuss des Fichtelgebirges im engeren Sinne an.

Der Keuper, vorherrschend die Gypskeuperschichten, stellenweise auch die Stufe des Schilfsandsteines begleiten in südöstlicher Richtung den Rand des älteren Gebirges bis gegen Goldkronach.

Der schwarze Jura zieht sich von Forchheim über Bamberg, Schesslitz, Staffelstein, Bayreuth bis gegen Creussen fort, zugleich überschreitet derselbe mit den jüngeren Gliedern das Mainthal und breitet sich über den Keuper bis Koburg und rückwärts schliessend bis Kulmbach aus. Den schwarzen Jura begleitet der braune Jura am Westrande des Gebirges von Gräfenberg mit einer Einbuchtung gegen Bamberg zu; unterhalb Staffelstein wird das Gebiet desselben vom Mainthal durchbrochen und so eine isolirte Partie westlich des Flusses gebildet. Desgleichen thürmt sich westlich vom Mainthal bei Kulmbach eine Doggerzone auf, welche theilweise vom weissen Jura überlagert gegen Weissenbrunn, Kronach und Kirchleus hin sich ausdehnt. Zwischen Thurnau und Obernsees ist der Eisensandstein besonders ausgebildet, dagegen tritt der Opalinusthon nur schwach auf.

Auf den von Schichten des schwarzen und braunen Jura gebildeten Vorbergen und Gehängen baut sich nun der weisse Jura in mächtiger Entwicklung aus Dolomitkalken etc. zusammengesetzt auf (fränkische Schweiz).

I. Die Wasser aus dem Urthonschiefergebiete.

Die Hauptgesteine der krystallinischen oder Urthonschieferformation sind zu unterst Glimmerschiefer, über welchen dann der Phyllit lagert; ersterer ist im Fichtelgebirge nur wenig verbreitet und bildet eine schmale Zone zwischen Gneiss und Phyllit nördlich von Selb und längs des nördlichen Granitzuges bis Weissenstadt; desto grössere Verbreitung hat aber der Phyllit in seinen verschiedenen Varietäten, von denen vor Allem die sogenannten Fleckenphyllite und Quarzitphyllite eine genauere Beachtung verdienen, weil gerade aus diesen Schichten einige Quellen zu Tage treten, nämlich die Saale, welche aus dem Saalbrunnen südlich von Zell in der Gruppe des grossen Waldsteins bei 2180 Fuss aus Fleckenphyllit entspringt und die Eger, welche ihren Ursprung am Nordabhange der hohen Haide bei 2215 Fuss aus Quarzitphyllit nimmt.

Alle in dem Gestein vorhandenen Körper wurden auch im Wasser wiedergefunden und mögen zuerst einige Analysen von Phylliten aus dem Fichtelgebirge von Ad. Schwager[1]) ausgeführt, hier Berücksichtigung finden:

[1]) v. Gümbel: Das Fichtelgebirge. 1879. S. 161.

		%		%
I.	SiO_2 u. TiO_2	61,56	II.	62,54
	Al_2O_3 . . .	20,12		22,84
	Fe_2O_3 . . .	2,87		—
	FeO . . .	3,40		3,89
	CaO . . .	0,71		0,18
	MgO . . .	1,58		1,22
	Na_2O . . .	1,92		1,38
	K_2O . . .	4,84		5,24
	Glühverlust	3,05		3,48
	Summa:	100,05		100,77
	In HCl zersetzbar:	11,14		13,27.

Das Wasser sowohl der Saale, als der Eger ist farb-, geschmack- und geruchlos ohne Einwirkung auf Reagenspapier und hat ersteres eine mittlere Temperatur von 6 ° C., letzteres eine solche von 7,42 ° C.

In 1000 ccm des Wassers der Saale fand ich:

	gr			gr
NaCl . .	0,00403	oder:	Na_2O .	0,00214
KCl . .	0,00142		K_2O . .	0,00090
$CaSO_4$.	0,00132		CaO . .	0,00090
$CaCO_3$.	0,00050		MgO . .	0,00170
$MgCO_3$.	0,00357		Cl . .	0,00311
SiO_2 . .	0,00562		SO_3 . .	0,00078
Fe_2O_3 / Al_2O_3	Spuren		SiO_2 . .	0,00562
—	—		CO_2 geb.	0,00200
Summa:	0,01646			0,01715.

In 100 Theilen Rückstand sind enthalten:

	%
Na_2O . . .	12,51
K_2O . . .	5,26
CaO . . .	5,26
MgO . . .	9,94
Cl . . .	18,18
SO_3 . . .	4,56
SiO_2 . . .	32,90
Fe_2O_3 / Al_2O_3 . .	Spuren
CO_2 . . .	10,11
Summa:	99,72.

In 1000 ccm des Wassers der Eger fand ich:

	gr			gr
$NaCl$ . .	0,00494	oder:	Na_2O .	0,00262
KCl . .	0,00209		K_2O . .	0,00132
$CaSO_4$.	0,00163		CaO . .	0,00155
$CaCO_3$.	0,00140		MgO . .	0,00061
$MgCO_3$.	0,00153		Cl . .	0,00389
SiO_2 . .	0,00425		SO_3 . .	0,00096
Al_2O_3 / Fe_2O_3	0,0006		SiO_2 . .	0,00425
—	—		Al_2O_3 / Fe_2O_3	0,0006
—	—		CO_2 . .	0,0014
Summa:	0,01644			0,01720.

In 100 Theilen Rückstand sind enthalten:

	%
Na_2O . . .	15,32
K_2O . . .	7,71
CaO . . .	9,06
MgO . . .	3,56
Cl . . .	22,74
SO_3 . . .	5,61
SiO_2 . . .	24,85
Al_2O_3 / Fe_2O_3 . .	3,50
CO_2 geb. .	8,18
Summa:	100,73.

Organische Stoffe waren in den beiden Wassern nur ganz geringe Spuren vorhanden.

Im Folgenden möchte ich die Analyse eines aus dem Gneissphyllit, der in grosser Mächtigkeit zwischen Goldkronach und Weissenstadt zu Tage tritt, stammenden Wassers, welche E. Spiess[1]) im Jahre 1873 untersucht hat, nicht unerwähnt lassen; es sollte dieses Wasser für eine neue Wasserleitung der Stadt Bayreuth

[1]) Archiv f. Pharmac. 3. Reihe, 3. Bd. S 385 ff.

Verwendung finden und kommt von dem jenseits der Muschelkalkhöhen nordöstlich von Bayreuth angrenzenden Höhenzuge, der die Steinach, einen Nebenfluss des rothen Maines, mit grossen Wassermengen versorgt. Es zeichnet sich dieses Wasser durch einen noch grösseren Reichthum an Alkalien aus, als die anderen Urgebirgswässer, indem diesen feldspathreichen Gneissen, den Gneissphylliten, diese Alkalien nach den bekannten Verwitterungsprocessen durch das niedergehende Wasser entführt werden. Besonders sind diese Feldspäthe und in Folge dessen auch das Wasser reich an Kali, obgleich auch wieder, wie nachstehende Analysen solcher Feldspäthe aus diesen Phyllitgneissen, von Loosen[1]) ausgeführt, zeigen, manchmal der Natrongehalt darin vorherrschend ist.

	I.	II.	III.	IV.
	%	%	%	%
SiO_2 . .	64,50	69,21	64,24	66,95
Al_2O_3 . .	19,41	15,01	19,32	19,65
Fe_2O_3 . .	1,49	0,67	0,53	1,55
MgO . .	0,02	0,11	0,20	0,22
CaO . . .	0,88	0,18	0,84	0,56
Na_2O . .	0,69	Spur	1,34	6,86
K_2O . . .	13,97	14,23	12,75	0,76
H_2O . . .	0,30	0,68	0,92	0,76
Summa:	101,26	100,09	100,23	101,03.

Dieses Wasser aus dem Gneissphyllit enthält in 1000 ccm:

	gr			gr
NaCl . .	0,00330	oder:	Na_2O . .	0,0018
K_2SO_3 .	0,00305		K_2O . .	0,0042
K_2CO_3 .	0,00375		CaO . .	0,0008
$CaCo_3$.	0,00140		MgO . .	0,0004
$MgCo_3$.	0,00084		Cl . . .	0,0020
SiO_2 . .	nicht bestimmt		SO_3 . .	0,0014
—	—		SiO_2 . .	nicht bestimmt
—	—		CO_2 geb.	0,0023
Summa:	0,0129			0,01234.

[1]) v. Gümbel, Fichtelgebirge 1879. S. 127.

Das Wasser von Nab und Main kommt, wie schon erwähnt, aus dem Granit, welcher in dem Hauptstocke des Fichtelgebirges eine bedeutende Verbreitung zeigt; er bildet grosse länglichrunde, zwischen den krystallinischen Schiefern eingeschobene Stöcke und ist die am häufigsten vorkommende Varietät des Granites die porphyrähnliche, wie sie besonders am Ochsenkopf, Schneeberg etc. sich ausbreitet und charakterisirt ist durch ein gleichmässig fein körniges Gemenge der normalen Bestandtheile des Granites als Grundmasse, in der rundliche Putzen von dunkelfarbigem Quarz und Orthoklas in bald grösseren, bald kleineren einfachen und Zwillingskrystallen eingebettet liegen. Nachstehende Analyse eines Granites vom Schneeberg ist von A. Böttiger[1]) ausgeführt:

	%
SiO_2 . . .	75,25
Al_2O_3 . . .	13,36
Fe_2O_3 . . .	0,28
FeO . . .	1,23
MgO . . .	0,02
CaO . . .	0,65
K_2O . . .	4,55
Na_2O . . .	2,91
Li_2O . . .	Spur
H_2O . . .	0,64
Summa:	98,99

Spuren: TiO_2. Cu.

Das Quellwasser der Nab ist ebenfalls vollkommen klar, geschmack- und geruchlos und zeigt im Mittel eine Temperatur von 5,6 ° C.

---

[1]) Inaugural-Dissertation. Erlangen 1889. Diese Mittheilungen Heft 1 Seite 1.

In einem Liter fand ich:

	gr			gr
$NaCl$ . .	0,00585	oder:	NO_2O .	0,00324
Na_2SO_4 .	0,00032		K_2O . .	0,00143
K_2SO_4 .	0,00261		CaO . .	0,00070
$CaSO_4$.	0,00050		MgO . .	0,00044
$CaCO_3$.	0,00090		Cl . . .	0,00355
$MgCO_3$.	0,00091		SO_3 . .	0,00150
SiO_2 . .	0,00800		SiO_2 . .	0,00800
Fe_2O_3 / Al_2O_3	0,00036		Fe_2O_3 / Al_2O_3	0,00036
—	—		CO_2 geb.	0,00086
Summa:	0,01978			0,02008.

In 100 Theilen Rückstand sind enthalten:

	%
Na_2O . . .	16,20
K_2O . . .	7,15
CaO . . .	3,50
MgO . . .	2,20
Cl	17,75
SO_3 . . .	7,50
SiO_2 . . .	40,00
Al_2O_3 / Fe_2O_3 . .	1,80
CO_2 . . .	4,33
Summa:	100,43.

Was nun diese aus der Urgebirgsformation kommenden Wässer vor Allem auszeichnet, ist einerseits der verhältnissmässig geringe Kalkgehalt, andrerseits der grosse Gehalt an Alkalien neben verhältnissmässig grösseren Mengen von Schwefelsäure. Weiterhin tritt auch der hohe Procentsatz an Kieselsäure in den Vordergrund. Dieser grosse Gehalt an Alkalien und freier Kieselsäure ist jedoch nur bedingt durch die Verwitterung und Zersetzung der Silicate von Kalk, Kali, Natron, Eisenoxydul und Manganoxydul durch kohlensäurehaltige Wasser bei gewöhnlicher Temperatur, wobei neben Carbonaten dieser Basen freie Kieselsäure gebildet wird. In dem Urgebirgsgesteine sind es hauptsächlich Feldspäthe, Hornblende etc., welche durch

ihre Zersetzung durch die Kohlensäure der Sickerwasser eine Anreicherung des Quellwassers an Alkalien bewirken, während durch die Gegenwart von Alkalien und alkalischen Erden auch eine bestimmte Menge der freien Kieselsäure in Lösung gehalten wird; denn dass auch Thonerdesilicate im Wasser gelöst vorkommen, erwähnt schon Bischoff[1]); auch bei den vorliegenden Analysen ist dies bestätigt gefunden worden. Die in etwas grösserer Menge vorhandene Schwefelsäure verdankt ihren Ursprung wohl den in Graniten und Phylliten etc. häufiger oder seltener vorkommenden accessorischen Beimengungen an Magneteisenerz und Schwefelkies. Charakteristisch für die Bäche und Flüsse des centralen Urgebirges ist die braune Farbe, welche sie schon nach kurzem Laufe annehmen und welche davon herrührt, dass das alkalireiche Wasser mit den zersetzten humusartigen Pflanzenstoffen beim Fliessen durch Wald, Wiesen und Moore humöse Stoffe mit brauner Farbe löst. Interessant ist die ziemliche Uebereinstimmung, welche die Gewässer der Urgebirgsformation des Fichtelgebirges mit denen des bayrischen Waldes zeigen und mögen nachstehende Analysen solcher Wasser aus letzterem Gebirge, von Johnson[2]) analysirt, zum Belege dienen. Es ist auch bei diesen Wassern bald ein höherer Gehalt an Kali, bald an Natron bemerkenswerth und ist nur im Allgemeinen ein höherer Kalkgehalt als Abweichung von den Wassern des Fichtelgebirges zu verzeichnen; in 1000 ccm sind enthalten:

	Regenfluss	Ilz	Rachelsee
NaCl . .	0,0025	0,0059	0,0015
Na_2O . .	0,0058	0,0043	0,0061
K_2O . .	0,0096	0,0058	0,0123
CaO . .	0,0154	0,0092	0,0010
MgO . .	0,0026	0,0029	—
Fe_2O_3 . .	0,0009	0,0027	0,0012
SO_3 . .	0,0020	—	—
SiO_2 . .	0,0072	0,0095	0,0025
Unlöslich	0,0018	0,0052	0,0012
Org. Subst. u. CO_2	0,0335	0,045	0,0441.

[1]) Bischoff, chemische Geologie. Bd. II.
[2]) Jahresbericht f. Chemie 1855.

Der grössere Gehalt an organischer Substanz und Kohlensäure überhaupt der an Trockenrückstand kommt davon her, dass das Wasser nicht aus der Quelle entnommen und analysirt wurde, sondern erst in seinem Laufe, jedoch noch da, bis wohin die beiden Flüsse nur Gneiss und Granit berührt hatten und zwar das Wasser aus dem Regen unmittelbar unter der Vereinigung des grossen und kleinen Regens bei Zwiesel, das Wasser der Ilz oberhalb Hals bei Passau. Der grosse Gehalt an organischer Materie im Wasser aus dem Rachelsee lässt sich leicht dadurch erklären, dass das alkalireiche Wasser viel Humusbestandtheile auflöst, welche insbesondere in den torfigen Ablagerungen, womit diese Gebirgsseeen zum Theil überwachsen sind, sich finden.

Zusammenstellung der Wässer aus

1000 ccm enthalten Gramm	NaCl	KCl	Na_2SO_4	K_2SO_4	$CaSO_4$	$CaCO_3$
Quelle der Saale	0,00403	0,00142	—	—	0,00132	0,00050
Quelle der Eger	0,00494	0,00209	—	—	0,00163	0,00140
Quelle der Nab	0,00385	—	0,00032	0,00261	0,00050	0,00090
Untersteinachbrunnen	0,00330	—	—	0,00305	—	0,0014

Dies entspricht

	Na_2O	K_2O	CaO	MgO	Cl	SO_3
Quelle der Saale	0,01214	0,0009	0,0009	0,00170	0,00311	0,00078
Quelle der Eger	0,00262	0,00132	0,00155	0,00061	0,00389	0,00096
Quelle der Nab	0,00324	0,00143	0,0007	0,00044	0,00355	0,00150
Untersteinachbrunnen	0,00180	0,0042	0,0008	0,00040	0,00200	0,00140
Regen	0,00250	0,0096	0,0154	0,00260	—	0,00200
Ilz	0,00430	0,0058	0,0092	0 00920	—	—
Rachelsee	0,00610	0,0123	0,0010	—	—	—

In 100 Theilen Rück-

1000 ccm enthalten Gramm	Na_2O	K_2O	NaCl	CaO	MgO
	Procent	Procent	Procent	Procent	Procent
Quelle der Saale . .	12,51	5,26	—	5,26	9,94
Ouelle der Eger . . .	15,32	7,71	—	9,06	3,56
Quelle der Nab . . .	16,20	7,15	—	3,50	3,20

dem Urthonschiefer- und Gneissgebiete.

$MgCO_3$	SiO_2	Al_2O_3 und Fe_2O_3	N_2O_5	K_2CO_3	Summe	Temperatur	Trockenrückstand
0,00357	0,005625	Spuren	Spuren	—	0,016465	6,0° C	0,022375
0,00153	0,00425	0,00060	—	—	0,01644	7,42° C	0,02125
0,00091	0,00800	0,00036	—	—	0,01978	5,6° C	0,02440
0,00084	nicht bestimmt	nicht bestimmt	—	0,00375	0,01290	nicht angegeben	0,0222

im Liter:

NaCl	SiO_2	Al_2O_3 und Fe_2O_3	N_2O_5	Unlösliches	CO_2 geb.	CO_2 u. org. Substanz	Summe
—	0,005625	Spuren	—	—	0,00200	—	0,017155
—	0,00425	0,0006	—	—	0,00140	—	0,017200
—	0,008	0,00036	—	—	0,00086	—	0,02008
—	nicht bestimmt	—	—	—	0,0023	—	0,012340
0,0025	0,00720	0,0009	—	0,00180	—	0,033500	0,08130
0,00590	0,00950	0,0027	—	0,00520	—	0,04500	0,09050
0,0015	0,00250	0,0012	—	0,00120	—	0,04410	0,06990

stand sind enthalten:

Cl	SO_3	SiO_2	Al_2O_3 und Fe_2O_3	Co_2	Summe
Procent	Procent	Procent	Procent	Procent	Procent
18,18	4,56	32,90	Spuren	11,11	99,72
22,74	5,61	24,85	2,50	8,18	100,73
17,75	7,50	40,00	1,80	4,33	100,43

II. Die Quellen aus der Devonformation.

Die der Devonformation angehörenden Quellen Oberfrankens sind zum Theil berühmte Stahlquellen, welche hauptsächlich in der Stebener Gegend dem auf eruptivem Wege entstandenen Diabasgesteine, also einem devonischen Diabase entströmen. Wie schon in der allgemeinen Uebersicht der geologischen Verhältnisse Oberfrankens angedeutet, nehmen diese devonischen Diabasvorkommnisse mit ihren durch Verwitterung und verschiedene Umbildungen zu Stande gekommenen Schalsteinbildungen und Diabasbreccien einen grossen Theil des Frankenwaldes und Fichtelgebirges ein.

Die Schichtenfolge des Devons für dieses engere Gebiet ist nach v. Gümbel[1]) folgende:

Oberdevonstufe	Obere Kalklagen, Harte Grauwacke mit weissen Quarzadern und Pflanzeneinschlüssen, Untere Kalkbänke, Grobgriffelförmig brechende Schiefer und Tuffe.
Mitteldevonstufe	Tuffschichten, Schalstein mit Kalkputzen und Lehmschiefer.
Unterdevonstufe	Sereitenschiefer mit Quarzit- und tuffigen Grauwacke-Zwischenlagen.

In der Mitteldevonstufe beginnt schon das reichliche Auftreten der Diabase und Schalsteine und setzt sich auch noch in die Oberdevonstufe fort, deren Aufbau in folgendem Schema[2]) übersichtlich dargestellt ist:

1. Oberste Cypridinenschiefer;
2. Obere Reihe der Knollenkalke, obere Cypridinen- und Klymenienkalke;
3. Pflanzengrauwacke mit Quarzadern;
4. Untere Reihe der Knollenkalke, unterer Cypridinen- und Klymenienkalk und Orthoceratitenkalk;
5. Griffelförmig brechender, meist hellgrünlich grauer oder röthlicher Thonschiefer und Wetzsteinschichten, stellenweise Tuff- und Schalsteinlagen.

---

[1]) v. Gümbel, Fichtelgebirge und Frankenwald 1879.
[2]) v. Gümbel, ibidem.

Mit dieser Eruption der Diabasgesteine in diesem Terrain steht der Reichthum an Erzgängen in offenbarem Zusammenhange. Durch diese scheint dem mit Mineralbestandtheilen beladenen Wasser aus der Tiefe ein Weg geöffnet worden zu sein, um in den Spalten den Mineralgehalt in Form von Gang und Erzmassen abzusetzen. Höchst auffallend ist ja auch, dass die zu Tage tretenden sehr berühmten eisenhaltigen Säuerlinge auf dasselbe Revier beschränkt sind; denn rings um Steben findet man Säuerlinge nur an den Stellen zu Tage treten, wo ein Erzgang von einer Thalspalte durchkreuzt wird, wie dies bei den Stebener Mineralquellen, bei den Quellen im Höllenthale, in der Langenau etc. der Fall ist. Die Gangspalten bilden die Leitungskanäle für die Kohlensäure aus der Tiefe, die Gänge selbst liefern die Mineralbestandtheile, während die Thaleinschnitte das Wasser zubringen und die günstigsten Stellen darbieten, das mit Gas und Mineralstoffen angereicherte Wasser zu Tage treten zu lassen.

A. Die Quellen des kgl. Bades Steben.

Der Kurort Steben liegt am nordwestlichen Ende des Fichtelgebirges in einer Höhe von 580 Meter über dem Meere, umgeben von höheren waldigen Bergzügen des hochplateauartigen Uebergangsgebietes zwischen Franken- und Thüringerwald, der Wasserscheide zwischen Main und Saale. Die dort aus dem Diabase kommenden Säuerlinge sind schon seit langer Zeit bekannt und sind diese schon in den frühesten Jahren verschiedene Male analysirt worden. Ich übergehe hier diese älteren Analysen und möchte nur die von Professor v. Gorup[1]) im Jahre 1850—51 und die von Professor Reichardt[2]) im Jahre 1871 ausgeführten Analysen hier anführen. Ferner mögen noch die von J. Mayrhofer und mir gefundenen Resultate einer neuen diesjährigen Untersuchung der beiden Stebener Quellen Erwähnung finden; es wurden diese Analysen im Auftrage meines sehr verehrten Lehrers, Herrn Professors Dr. A. Hilger ausgeführt.

Die Bohrlochprofile der beiden Quellen, welche ich der Freundlichkeit des kgl. Bauamtsassessors Schmitt von Hof verdanke, ergeben folgende Schichten:

---

[1]) Gorup-Besanez. Das Mineralbad Steben. 1850.
[2]) Reichardt, Archiv f. Pharmacie. 3. II. 124.

I. Bohrlochprofil der Tempelquelle (1871).

1. Lettiger sandiger Kies mit Grünstein und einzelnen Quarzstücken . . . . . 4,05 m,
2. Festeres Gerölle mit Grünstein . . . . . 1,05 m,
3. Fester Kies und Sand . . . . . 0,70 m,
4. Festgelagerte Grünsteinstücke mit Schwefelkies . . 1,40 m.

(Jetzt ist der erste Wasserzufluss in einer Tiefe von 8,10 Meter verzeichnet.)

5. Graublauer, sandiger Letten . . . . . 0,70 m,
6. Grober Kies, sehr fest gelagert mit grösseren Grünsteinstücken und Schwefelkies . . . . . 1,60 m,
7. Fester sandiger Letten mit Grünsteinstücken und Kies 1,20 m,
8. Lettiger Sand mit Quarz . . . . . 0,25 m,
9. Fester Grünstein mit Quarz . . . . . 0,35 m,
10. Festgelagerter Kies mit Quarz . . . . . 1,00 m.

Nun folgt in einer Tiefe von 13,20 Meter ein zweiter Wasserzufluss, während das Bohrloch noch 4,24 Meter tiefer durch hellgraue Letten getrieben ist.

II. Bohrlochprofil der Wiesenquelle

(nach dem kgl. Badeinspector Dr. Pfriem in Kissingen 1872).

1. Thonschiefergeröll
2. Lettenschichten
3. Sandreiche Lettenschichten
4. Blauer Triebsand mit Wasserzudrang — 12 m.
5. Uebergangs-Lettenschichten
6. Sandiger Letten

Sandiger Letten, Quarzgeröll, harter Thonschiefer.

Das Wasser der Stebener Quellen erscheint frisch geschöpft vollkommen klar, dringt stark perlend in ziemlicher Stärke aus dem Rohre heraus und besitzt einen erfrischenden prikelnden eisenhaften, jedoch nicht unangenehmen Geschmack. Lackmuspapier wird merklich geröthet, jedoch verschwindet die Röthung bei längerem Liegen an der Luft; Curcumapapier damit befeuchtet wird nach einigem Liegen an der Luft merklich gebräunt. Wird das Wasser erhitzt, so scheidet sich unter lebhafter Gasentwicklung bei der sogenannten Tempelquelle ein gelblichrother Niederschlag aus, der im Wesentlichen aus Eisenoxydhydrat, Kalk und Magnesia, sowie etwas Kieselsäure besteht. Beim Erhitzen des Wassers aus der Wiesenquelle

scheidet sich nun nicht ein gelblichgefärbter, sondern ein rein weisser Niederschlag aus, der jedoch aus denselben Substanzen, wie der erstere besteht. Es beruht diese Ausscheidung in letzterer Form auf dem grösseren Kalkgehalt der Wiesenquelle; bei dem Wasser aus dem Langenauer Sauerbrunnen, der sogar sehr viel Kalk enthält, wurde die nämliche Beobachtung gemacht; es hüllt der ausfallende Kalk das Eisenoxydhydrat vollständig ein. Das Filtrat von dem Niederschlage enthält noch Kalk, Magnesia, Lithion, Kali, Natron, Chlor und Schwefelsäure und reagirt schwach alkalisch, was durch das Vorhandensein von kohlensaurem Natron bedingt ist.

Die Temperatur der Stebener Quellen ist keine constante, jedoch, was sehr auffallend erscheint, wurde diese bei den Messungen der vielen in der Umgegend von Steben zu Tage tretenden Sauerbrunnen stets gleich gefunden; so zeigten bei den Messungen im Juli vorigen Jahres die Langenauer Quelle, die beiden Stebener Quellen, die Quelle im Höllenthal etc. alle die gleiche Temperatur von 11 ⁰ C. Reichardt fand die Temperatur der Quellen im Jahre 1871 um 2 Grade höher, v. Gorup im Jahre 1850 um einige Grade niedriger.

Die folgenden Analysen sind von Gorup-Besanez und Reichardt ausgeführt; die Werthe sind in Originalzahlen aufgeführt; letztere wurden noch der besseren Uebersicht wegen in Procentzahlen der Oxyde und Säuren umgerechnet.

In 1000 ccm des Wassers der Tempelquelle sind enthalten:

	Gorup-Besanez 1850		Reichardt 1871
	gr		gr
NaCl . .	0,00275	—	0,00200
Ka_2SO_4 .	Spur	—	0,00932
Na_2SO_4 .	0,01022	—	0,00032
Na_2CO_3 .	0,06416	$Na_2O(CO_2)_2$	0,03945
$CaCO_3$ . .	0,21789	$CaO(CO_2)_2$	0,24987
$MgCO_3$ . .	0,09011	$MgO(CO_2)_2$	0,09629
$FeCO_3$ . .	0,04092	$FeO(CO_2)_2$	0,04397
SiO_2 . . .	0,06131	—	0,05466
—	—	$MnO(CO_2)_2$	0,0104
Org. Subst. u. Verlust	0,01500	—	—
Summa:	0,50236		0,50628.

Dies entspricht im Liter:

	Gorup-Besanez	Reichardt	
	gr	gr	
Na_2O . . .	0,04343	0,01750	
K_2O . . .	—	0,00504	
Cl	0,00167	0,00120	
SO_2 . . .	0,00576	0,00445	
FeO . . .	0,0254	0,01978	
MnO . . .	—	0,00460	
CaO . . .	0,12202	0,09717	
MgO . . .	0,04291	0,03000	
SiO_2 . .	0,06131	0,05466	
CO_2 gebunden	0,1877	0,27182	u. halbgeb.
Verlust . .	0,01500	—	
Summa:	0,5052	0,50622	
Freie und halbgeb. Kohlensäure	1,7447	1,67257.	

100 Theile Rückstand enthalten:

	Gorup-Besanez	Reichardt	
	%	%	
Na_2O . . .	8,60	3,45	
K_2O . . .	—	0,99	
Cl	0,33	0,23	
SO_3 . . .	1,14	0,87	
FeO . . .	5,02	3,90	
MnO . . .	—	0,90	
CaO . . .	24,16	19,20	
MgO . . .	8,50	5,90	
SiO_2 . . .	12,12	10,79	
CO_2 geb. .	37,16	53,70	u. halbgeb.
Verlust . .	3,00	—	
Summa:	100,03	99,93.	

Die folgenden Analysen sind von mir ausgeführt mit Ausnahme der Bestimmungen der Kohlensäure, des Mangans und Lithions, welche in der kgl. Untersuchungsanstalt fertig gestellt wurden.

In 1000 ccm sind enthalten:

	Tempelquelle gr	Wiesenquelle gr
$NaCl$	0,00409	0,00247
Na_2SO_4	0,00515	0,00124
K_2SO_4	0,00105	0,00923
$Na_2O(CO_2)_2$ . .	0,05210	0,06540
$Li_2O(CO_2)_2$ . .	Spuren	Spuren
$FeO(CO_2)_2$ . .	0,06229	0,05530
$MnO(CO_2)_2$ . .	0,00403	0,00340
$CaO(CO_2)_2$ . . .	0,32420	0,37500
$MgO(CO_2)_2$ . .	0,13400	0,12540
SiO_2	0,06289	0,06014
P_2O_5 u. Al_2O_3 .	Spuren	Spuren
Summa:	0,64980	0,69758.

Dies entspricht im Liter:

	Tempelquelle gr	Wiesenquelle gr
Na_2O	0,02600	0,02887
K_2O	0,00058	0,00500
Li_2O	spektralanalytisch nachweisbar	
Cl	0,00180	0,00150
SO_3	0,00330	0,00493
FeO	0,02803	0,02490
MnO	0,00180	0,00152
CaO	0,12610	0,14600
MgO	0,0419	0,03919
SiO_2	0,06289	0,06014
P_2O_5 u. Al_2O_3 .	Spuren	Spuren
CO_2 geb. u. halbgeb.	0,35738	0,38534
Summa:	0,64978	0,69739
Gesammtkohlensäure . .	3,0740	2,6020
Freie u. halbgeb. CO_2 .	2,9000	2,4100
Ganz- u. halbgeb. CO_2 .	0,3574 berechnet 0,3480 gefunden	0,3853
Freie CO_2	2,726	2,2167
	oder	oder
	1382,9 ccm Gas	1124,6 ccm Gas.

In 100 Theilen Rückstand sind enthalten:

	Tempelquelle %	Wiesenquelle %
Na_2O . . .	4,00	4,14
K_2O . . .	0,08	0,71
Li_2O . . .	Spuren	Spuren
Cl	0,28	0,22
SO_3 . . .	0,51	0,70
FeO . . .	4,31	3,57
MnO . . .	0,27	0,21
CaO . . .	19,43	20,98
MgO . . .	6,45	5,62
SiO_2 . . .	9,69	9,01
CO_2 geb. u. halbgeb.	55,06	55,29
Summa:	100,08	100,45.

Der Trockenrückstand bei 110 ° getrocknet beträgt für die Tempelquelle 0,4535 gr, für die Wiesenquelle 0,46605 gr im Liter.

Für die Wiesenquelle fanden Gorup und Reichardt folgende Werthe in 1000 ccm Wasser:

	Gorup gr		Reichardt gr
NaCl . . .	0,00709	—	0,00078
K_2SO_4 . .	0,01251	—	0,00558
Na_2SO_4 . .	0,00046	—	0,00163
Na_2CO_3 . .	0,04137	$Na_2O(CO_2)_2$	0,07153
—	—	$Li_2O(CO_2)_2$	0,00023
$FeCO_3$ . .	0,04372	$FeO(CO_2)_2$	0,06698
—	—	$MnO(CO)_2$	0,02001
$CaCO_3$ . .	0,24725	$CaO(CO_2)_2$	0,47729
$MgCO_3$ . .	0,06623	$MgO(CO_2)_2$	0,14550
SiO_2 . . .	0,04644	—	0,06441
Al_2O_3 . . .	—	—	0,00386
P_2O_5 . . .	—	—	0,00062
Summa:	0,46507		0,85842.

Dies entspricht im Liter:

	Gorup	Reichardt	
	gr	gr	
Na_2O . . .	0,02814	0,03041	
K_2O . . .	0,00663	0,00301	
Li_2O . . .	—	0,00005	
Cl	0,0043	0,00047	
SO_3 . . .	0,00586	0,00341	
FeO . . .	0,02713	0,03014	
CaO . . .	0,13846	0,19000	
MnO . . .	—	0,00900	
MgO . . .	0,03153	0,04540	
SiO_2 . . .	0,04644	0,06441	
Al_2O_3 . . .	—	0,00386	
P_2O_5 . . .	—	0,00062	
CO_2 geb. .	0,17722	0,48170	u. halbgeb.
Summa:	0,46571	0,86248	
Gesammtkohlensäure:	1,90528	2,27014.	

100 Theile Rückstand enthalten:

	Gorup	Reichardt	
	%	%	
Na_2O . . .	6,04	3,52	
K_2O . .	1,42	0,34	
Li_2O . . .	—	Spuren	
Cl	0,92	0,05	
SO_3 . . .	1,23	0,39	
FeO . . .	5,82	3,50	
CaO . . .	29,73	22,04	
MnO . . .	—	1,03	
MgO . . .	6,76	5,26	
SiO_2 . . .	9,32	7,47	
Al_2O_3 . . .	—	0,44	
P_2O_5 . . .	—	0,07	
CO_2 geb. .	38,05	58,89	u. halbgeb.
Summa:	99,29	100,00.	

Die Untersuchung der an der Quelle aufgefangenen Gase wurde in der kgl. Untersuchungsanstalt Erlangen vorgenommen und ergab nachstehende Resultate:

A. Tempelquelle.

Probe kleiner Gasblasen:

CO_2	Vol.-%	86,93	
O	0,5	Luft	2,38
N	1,88		
sog. freier N			10,74
		Summa:	100,05 %.

Probe grosser Gasblasen:

CO_2	Vol.-%	0,77	
O	8,73	Luft	41,55
N	32,82		
sog. freier N			57,68
		Summa:	100,00 %.

B. Wiesenquelle.

Probe	1		2		3	
CO_2 . . .	85,2 %		85,46 %		79,39 %	
O . . 0,15	Luft 0,71 %		0,19	0,90 %	1,68	8,00 %.
N . . 0,56			0,71		6,32	
sog. freier N .	14,09 %		13,62 %		12,61 %	
Summa:	100,00 %		99,98 %		100,00 %.	

Professor Reichardt fand die bei der Wiesenquelle aufgefangenen Gase bestehend aus:

	%
CO_2 . . .	85,2
O	2,10
N	12,70
Summa:	100,00.

Wie die Analysen zeigen, ist das Wasser keineswegs das gleiche geblieben, sondern es ist eine ziemlich grosse Veränderung vor sich gegangen. Auch die jetzt ausgeführten Analysen weichen in mancher Hinsicht von denen der von Reichardt ausgeführten ab. Was sofort auffällt, ist der jetzt grössere Eisengehalt der Tempelquelle und die Abnahme an diesem bei der Wiesenquelle;

es ist dies in derselben Weise bei dem Kohlensäuregehalt der Fall indem mit der Zunahme der Kohlensäure bei der Tempelquelle eine Abnahme an dieser bei der Wiesenquelle zu constatiren ist. Dies ist jedoch leicht zu erklären, denn durch die gemachten, für die Tempelquelle glücklich verlaufenen Bohrversuche und durch zweckmässigere Fassung der Tempelquelle, andrerseits durch die unmittelbare Nähe, in der sich beide Quellen befinden, ist für die Tempelquelle ein grösserer Theil der aus den Gangspalten heraustretenden Kohlensäure gewonnen worden, welche früher durch den Schacht, aus dem die Wiesenquelle tritt, sich seinen Ausgang verschafft hatte. Dass durch solche Bohrversuche wohl eine Quelle auf Kosten der anderen an Kohlensäure und Mineralbestandtheilen angereichert werden kann, ist auch schon von v. Gümbel[1]) erwähnt worden. Mit der Kohlensäurezunahme geht selbstverständlich auch eine Zunahme von Eisenoxydul Hand in Hand; die Stebener Gegend ist von Mineralgängen förmlich durchzogen und sind neben Spatheisen, Rotheisenstein, besonders Eisenkiese in reichlicher Menge vorhanden. Bekanntlich setzt sich der Eisenkies ja sehr leicht um in schwefelsaures Eisenoxydul und freie Schwefelsäure, welch' letztere mit den durch die freie Kohlensäure gelösten Bicarbonaten des Kalkes und der Magnesia sich umsetzt; durch die Kohlensäure wird das gebildete Eisenoxydulcarbonat in Lösung gehalten.

B. Die Max-Mariaquelle in der Langenau.

In südwestlicher Richtung von Untersteben in einem prächtigen Waldthale und zwar gleich beim Eingange in dasselbe nächst Geroldsgrün liegt unter den Ruinen des alten Schlosses Burgstein am südlichen Thalabhange der Langenauer Sauerbrunnen, eine Mineralquelle, die seit langer Zeit gekannt und den Stebener Quellen nahe steht. Sie entquillt der Erde ganz nahe am steilen Bergabhange und ist jetzt auch ganz gut gefasst, wenn auch nicht nach Art der Stebener Quellen, dass durch ein eingetriebenes Bohrloch und eingesetztes Rohr die Kohlensäure vollkommen gesammelt wird. In Folge dessen entströmt die Kohlensäure an mehreren Punkten innerhalb des Beckens und ist die Entwicklung des Gases keine gleichmässig andauernde, sondern eine mehr stossweise,

[1]) v. Gümbel, geognost. Beschreibung des Fichtelgebirges 1879. S. 621

manchmal sogar minutenlang aussetzende, dann aber schnell in grossen Blasen nacheinander auftretende. Ganz in der Nähe dieser Quelle am Berge tritt am Rande des grossen Kulmgebietes des Frankenwaldes ein mächtiges Lager von Klymenienkalk hervor und daselbst wurde auch eine Höhle, die einzige im Frankenwalde entdeckt, welche den weichen Zwischenlagern zwischen den dichteren Kalkbänken im Liegenden und den Kalkknollenlagen im Hangenden und einer sehr starken Zerklüftung der Gesteinslagen ihre Entstehung verdankt[1]). Als höchst beachtenswerth macht sich in den Höhlenwandungen die gänzliche Auslaugung der Kalkknollen und ihre Umbildung in einen weichen ockerigen Mulm bemerkbar. Die dazwischen liegenden Thonschieferfasern sind durch die Einwirkung der auf den Klüften niedergehenden Gewässer ganz ausgehöhlt und ist der Boden der Höhle mit Lagern von Ocker hoch bedeckt. Es ist das Vorkommen dieser Höhle und des Klymenienkalkes für die Langenauer Quelle ohne jeden Zweifel von ziemlicher Bedeutung, denn der Gehalt an Kalkcarbonat, der hier fast das Fünffache von dem der Stebener Quellen beträgt, verdankt seinen Ursprung dem Klymenienkalklager oder dem aus der Höhle absickernden mit Kalkcarbonat gesättigten Wasser.

Das Wasser der Max-Mariaquelle ist frisch geschöpft vollkommen klar, geruchlos und schmeckt erfrischend schwach eisenhaft. Lackmuspapier wird geröthet, jedoch verschwindet die rothe Farbe beim Liegen an der Luft; dagegen wird Curcumapapier, damit befeuchtet, an der Luft merklich gebräunt. Beim Kochen des Wassers scheidet sich unter energischer Kohlensäureentwicklung ein weisser Niederschlag aus, der aus Kalk, Eisenoxydhydrat, Magnesia und Kieselsäure besteht.

Die von diesem Niederschlage abfiltrirte Flüssigkeit, concentrirt, zeigt deutliche alkalische Reaction, braust mit Säuren auf und enthält Kalk, Magnesia, Lithion, Kali, Natron neben Schwefelsäure und Chlor. Schwermetalle wurden selbst in Spuren nicht gefunden. Die Temperatur der Quelle beträgt 11,25 ° C. Nachstehende Analysen, von denen die eine von v. Gorup-Besanez im Jahre 1850/51, die andere von mir im vorigen Jahre ausgeführt wurde, zeigen, dass der Gehalt an den einzelnen Mineralbestandtheilen sich im Laufe der Zeit bei dieser Quelle wenig verändert hat. Gegen früher

---

[1]) v. Gümbel, geognost. Beschreibung des Fichtelgebirges etc. 1879.

ist einerseits nur ein etwas höherer Eisen- und Kohlensäuregehalt, andrerseits ein kleiner Unterschied bei den Alkalien zu verzeichnen. Ersteres ist einfach durch die bessere Fassung bedingt, da bei der Analyse des Wassers im Jahre 1850 die Quelle noch gar nicht gefasst war.

In 1000 ccm des Wassers sind enthalten:

	Gorup 1850 gr	Spaeth 1888 gr
K_2SO_4 . . .	0,01609	0,01209
KCl	0,01656	Spur
NaCl . . .	0,04716	0,00585
Na_2CO_3 . .	0,05228	0,03500
		= 0,0494 $Na_2O(CO_2)_2$
Li_2CO_3 . . .	0,01380	0,00825
		= 0,0129 $Li_2O(CO_2)_2$
$CaCO_3$ . . .	0,98291	0,95400
		= 1,0526 $CaO(CO_2)_2$
$MgCO_3$ . .	0,14254	0,16250
		= 0,209 $MgO(CO_2)_2$
$FeCO_3$ . .	0,02312	0,02350
		= 0,0324 $FeO(CO_2)_2$
SiO_2 . . .	0,08917	0,0895
Summa:	1,38363	1,33334.

Dies entspricht im Liter:

	Gorup gr	Spaeth gr
K_2O . . .	0,01916	0,00654
Na_2O . .	0,06377	0,05144
Li_2O . . .	0,0057	0,00330
CaO . . .	0,55043	0,53437
MgO . . .	0,06788	0,06550
FeO . . .	0,01435	0,01460
Cl	0,03647	0,03550
SO_3 . . .	0,00738	0,00550
SiO_2 . . .	0,08917	0,0895
CO_2 geb. .	0,53844	0,53256
Summa:	1,39275	1,33810
Gesammtkohlensäure:	2,9302	3,27.

In 100 Theilen Rückstand sind enthalten:

	Gorup	Spaeth
	%	%
K_2O . . .	1,38	0,48
Na_2O . . .	4,59	3,84
Li_2O . . .	0,40	0,24
CaO . . .	39,66	39,93
MgO . . .	4,90	4,89
FeO . . .	1,03	1,09
Cl	2,62	2,65
SO_3	0,53	0,41
SiO_2 . . .	6,42	6,70
CO_2 geb. . .	38,08	39,80
Summa:	99,61	100,03.

Die Analyse der aufgefangenen Gase ergibt folgende Werthe:

	Probe I	Probe II
	%	%
CO_2	89,7	92,5
N	10,0	7,5
O	0,24	0,0
Summa:	99,94	100,00.

Von Herrn Professor v. Gorup wurden die aufgefangenen Gase nur qualitativ untersucht.

Die ockerigen Absätze am Ausflusse der Quellen wurden schon von v. Gorup analysirt. Derselbe fand in dem Ocker, der sich bei der Tempelquelle abgesetzt hatte, in vorherrschender Menge Eisenoxyd, Kalk, Magnesia, Kieselsäure, Kohlensäure, Natron, Chlor und Schwefelsäure; in Spuren sind vorhanden: Arsen, Zinn (?) Kupfer, Mangan, Thonerde, Phosphorsäure, Fluor, Quellsalzsäure und eine stickstoffhaltige organische harzige Substanz, welche sich in Alkohol löste.

In dem Ocker der Langenauer Quelle wurden Metalloxyde vergebens gesucht, dagegen fand ebenfalls v. Gorup eine Spur Mangan, Thonerde, Phosphorsäure, dann in grösserer Menge Eisenoxyd, Kalk, Magnesia, Kohlensäure und Kieselsäure neben Alkalien. An Weingeist gab die ockerige Masse eine höchst geringe Spur harzigen Extractstoffes ab, an kochendes Kali Quellsäure.

C.

Im Folgenden ist die Analyse eines der unteren Devonstufe aus den im Profil des Devons angegebenen Nereitenschichten entspringenden Süsswassers, welches zu einer neuen Wasserleitung in Steben Verwendung finden soll, angeführt. Das Wasser ist vollkommen farb-, geruch- und geschmacklos ohne Einwirkung auf Reagenspapier und hat eine Temperatur von 8 ° C.

In 1000 ccm fand ich feste Bestandtheile:

	gr		gr
NaCl . .	0,0087	oder: Na_2O .	0,00453
KCl . .	Spuren	K_2O .	0,00221
K_2SO_4 .	0,00348	CaO .	0,0138
K_2CO_3 .	0,00048	MgO .	0,00565
CaO N_2O_5	0,0255	Cl . .	0,005325
$CaCO_3$.	0,0091	SO_3 . .	0,00160
$MgCO_3$.	0,01186	SiO_2 .	0,01083
SiO_2 . .	0,01083	N_2O_5 .	0,01680
—	—	CO_2 geb.	0,01034
Summa:	0,06993		0,0710175.

Zur Oxydation der organischen Substanz sind 0,001 Gramm Sauerstoff für 1 Liter nothwendig.

In 100 Theilen Rückstand sind enthalten:

	%
Na_2O . . .	6,38
K_2O . . .	3,11
CaO . . .	19,43
MgO . . .	7,95
Cl	7,50
SO_3	2,25
SiO_2 . . .	15,25
N_2O_5 . . .	23,52
CO_2 geb. . .	14,56
Summa:	99,95

Der ziemlich hohe Procentgehalt der Kieselsäure ist auf die in den Nereitenschichten häufig vorkommenden Einlagerungen von Quarziten und tuffigen Grauwacken zurückzuführen, während der verhältnissmässig grosse Salpetersäuregehalt aus dem in der Nähe der Quelle befindlichen gedüngten Ackerboden herrühren dürfte.

Auf Seite 32 und 33 ist eine Uebersicht der Resultate von den Analysen der Wasser aus der Devonformation gegeben; daraus ist ersichtlich, dass sich die Stebener und Langenauer Säuerlinge durch einen Gehalt an Natriumcarbonat, resp. Natriumbicarbonat auszeichnen; dieses kann nun sich nur bilden, wenn das mit der Kohlensäure imprägnirte Wasser mit Gesteinen, welche alkalische Silicate enthalten, längere Zeit in Berührung bleibt; diesen Bildungsprocess muss man sich derart denken, dass in der wasserhaltigen Schicht, wo das Wasser stagnirt, der Zutritt der Kohlensäure zu demselben erfolgt. Diese Verhältnisse sind bei den Stebener Quellen auch vorhanden. Die Diabase sowohl, wie die bei den Bohrlochprofilen erwähnten Letten- und Thonschieferschichten enthalten ja alkalische Silicate, wie auch andrerseits die wasserhaltigen Schichten sowohl, als auch das Zuströmen von Kohlensäure vorhanden sind. Allerdings ist nur ein geringer Procentsatz von diesem Natronbicarbonat in den Stebener und Langenauer Quellen enthalten, jedoch selbst die an kohlensaurem Natron reichsten Mineralquellen, wie z. B. die Josephsquelle zu Bilin, weisen nur einen Procentgehalt von 0,4 auf, während doch eine gesättigte Auflösung viel mehr enthält. Dieses ist ein Zeichen, dass die kohlensauren Wasser nie solange mit dem Gesteine in Berührung bleiben, dass sie ganz mit den Producten der Zersetzung sich sättigen können.[1])

Von den gelösten Carbonaten ist das des Calciums am reichlichsten vorhanden, dann folgt das des Magnesiums, des Eisens und des Mangans; dies stimmt auch ganz gut mit dem Verhalten der betreffenden Salze gegen kohlensäurehaltiges Wasser zusammen; denn Kalkcarbonat löst sich am leichtesten, Mangancarbonat am schwersten in demselben.

Was das Vorkommen von Lithion in der Stebener- und dann in der Langenauer Quelle anbelangt, so lässt sich nicht mit Sicherheit bestimmen, in welchen Gesteinen dasselbe enthalten sein soll; da bei der Langenauer Quelle sowohl, wie bei der Wiesenquelle Thonschiefer und Lettenschiefer besonders in der Tiefe vorkommen, so wäre vielleicht das Lithion in diesen Gesteinen zu suchen.

Der hohe Gehalt der Mineralquellen an Kieselsäure beruht auf dem Vorhandensein von Carbonaten der alkalischen Erden und

---

[1]) Bischof, chemische Geologie. Bd. I. S. 686.

dürfte vielleicht auch die Entstehung der Kohlensäure, wie sie Bischoff[1]) und Ludwig geben, damit zusammenhängen. Diese Ansicht, die auch v. Sandberger vertritt, dürfte schon eine weitere Berechtigung zur Annahme finden; nach dieser werden die Carbonate von Kalk, Magnesia und Eisenoxydul durch Kohlensäure und siedendes Wasser in grosser Tiefe unter Entwicklung von Kohlensäure zersetzt.

Ludwig[2]) hält es für wahrscheinlich, dass auf diese Weise, indem der devonische Kalk allmählich in Schalstein umgewandelt wird oder in Kieselschiefer und Thonstein übergeht, die Kohlensäure für die Säuerlinge der Wetterau und für die Nauheimer freimacht; dieselben geologischen Verhältnisse sind auch in unserem Gebiete vorhanden, wie andrerseits das häufige und verbreitete Vorkommen dieser Schalsteine und Thonschiefer auf einen solchen Umwandlungsprocess schliessen lässt. Ebenso beweist auch die Temperatur der Quellen von Steben etc. hinlänglich das Emporsteigen der Säuerlinge aus der grösseren Tiefe oder chemische Zersetzungsprocesse, die eine erhöhte Temperatur erzeugen.

Die Ansicht von Stein[3]), nach welcher der kohlensaure Kalk durch eine Auflösung eines Eisenoxydulsalzes zerlegt und dadurch Kohlensäure in grösserer Menge frei wird, dürfte wohl etwas unwahrscheinlich sein; auch v. Sandberger, der diese Ansicht für die Entstehung der Kohlensäure für die Kissinger Quellen vertrat, ist davon zurückgekommen.

Ueber die Zusammensetzung der in diesem Gebiete so häufig vorkommenden Diabase, Schalstein und Schalsteinschiefer mögen nachstehende Analysen einen Aufschluss geben. Wie schon einmal erwähnt, ist in den Diabasen ein ziemlich grosser Eisengehalt bemerkenswerth und auch der Kalkgehalt tritt nicht in den Hintergrund. Wenn auch über die Verwitterung der Diabase noch nicht besonders viel bekannt ist, so ist doch in einem solchen verwitterten Diabasboden ein verhältnissmässig grosser Gehalt an Eisenoxydhydrat und Kalk vorherrschend, so dass eigentlich bei dieser Verwitterung eine Ockerbildung vor sich geht.

---

[1]) Bischoff, chem. Geologie. Bd. I. S. 719.
[2]) Ludwig a. a. O. S. 42.
[3]) Jahrbuch f. Mineralogie 1845. S. 801.

Zusammenstellung der Wasser

1000 ccm enthalten Gramm	NaCl	KCl	K_2SO_4	Na_2SO_4	Na_2O $(CO_2)_2$	Li_2O $(CO_2)_2$	FeO $(CO_2)_2$	MnO $(CO_2)_2$
Tempelquelle v. Gorup	0,00275	—	Spur	0,01022	NO_2CP_3 0,06416	—	$FeCO_3$ 0,04092	—
Tempelquelle Reichardt	0,00200	—	0,00932	0,00032	0,03945	—	0,04397	0,01040
Tempelquelle 1888 .	0,00409	—	0,00105	0,00515	0,05210	Spuren	0,06229	0,00403
Wiesenquelle v. Gorup	0,007090	—	0,01251	0,00046	NO_2CO_3 0,04137	—	$FeCO_3$ 0,04372	—
Wiesenquelle Reichardt	0,00078	—	0,00558	0,001630	0,07153	0,00023	0,0669	0,02001
Wiesenquelle 1888 .	0,00247	—	0,00923	0,00124	0,06540	Spuren	0,05530	0,00340
Langenau v. Gorup .	0,04716	0,01656	0,01609	—	NO_2CO_3 0,05228	Li_2CO_3 0,0138	$FeCO_3$ 0,02312	—
Langenau Späth . .	0,05850	Spur	0,01209	—	NO_2CO_3 0,03500	Li_2CO_3 0,00825	$FeCO_3$ 0,02350	—
Süsswasser von Steben	0,0087	Spur	0,00348	—	K_2CO_3 0,00348	—	—	—

Dies entspricht

	Na_2O	K_2O	Li_2O	Cl	SO_3	FeO	CaO
Tempelquelle Gorup .	0,04343	—	—	0,00167	0,00576	0,0254	0,12202
Tempelquelle Reichardt	0,01750	0,00504	—	0,00120	0,00445	0,01978	0,09717
Tempelquelle 1888 .	0,0260	0,000580	Spectral-analyt. nachweisbar	0,0018	0,003303	0,02803	0,12610
Wiesenquelle Gorup .	0,02814	0,00663	—	0,0043	0,00586	0,02713	0,13846
Wiesenquelle Reichardt	0,03041	0,00301	0,00005	0,00047	0,00341	0,03014	0,19000
Wiesenquelle 1888 .	0,02887	0,00750	Spectral-analyt. nachweisbar	0,0015	0,00493	0,0249	0,14600
Langenau Gorup . .	0,06377	0,01960	0,0057	0,03647	0,00738	0,01435	0,55043
Langenau Späth . .	0,05144	0,00654	0,0033	0,53437	0,00550	0,01460	0,53437
Süsswasser Steben .	0,00453	0,00221	—	0,005325	0,00160	—	0,01380

In 100 Theilen Rück-

	Na_2O	K_2O	Li_2O	Cl	SO_5	FeO	CaO
	Procent	Procent	Procent	Procent	Procent	Procent	Procent
Tempelquelle Gorup .	8,60	—	—	0,33	1,14	5,02	24,16
Tempelquelle Reichardt	3,45	0,99	—	0,23	0,87	3,90	19,20
Tempelquelle 1888 .	4,00	0,08	Spuren	0,28	0,51	4,31	19,43
Wiesenquelle Gorup .	6,04	1,42	—	0,92	1,23	5,82	29,73
Wiesenquelle Reichardt	3,52	0,34	Spuren	0,05	0,39	3,50	22,04
Wiesenquelle 1888 .	4,14	0,71	Spuren	0,22	0,70	3,57	20,98
Langenau Gorup . .	4,59	1,38	0,40	2,62	0,53	1,03	39,66
Langenau Späth . .	3,84	0,48	0,24	2,65	0,41	1,09	39,93
Süsswasser Steben .	6,38	3,11	—	7,50	2,25	—	19,43

aus der Devonformation.

CaO $(CO_2)_2$	MgO $(CO_2)_2$	$CaON_2O_5$	SiO_2	Al_2O_3	P_2O_5	Gesammt CO_2 geb., halbgb. und freie	Verlust	Summe ohne CO_2	Temperatur
$CaCO_3$	$MgCO_3$								
0,21789	0,09011	—	0,06131	—	—	1,7447 freie und halbgeb.	0,015	0,50236	10° C
0,24987	0,09629	—	0,05466	—	—	1,67257 freie	—	0,50628	13° C
0,32420	0,13400	—	0,06289	Spuren	Spuren	3,07400	—	0,64980	11° C
$CaCO_3$	$MgCO_3$								
0,24725	0,06623	—	0,04644	—	—	1,90528	—	0,46507	10° C
0,47729	0,14550	—	0,06441	0,00386	0,00062	2,27014	—	0,86248	13° C
0,37500	0,1254	—	0,06014	Spuren	Spuren	2,60200	—	0,69758	11° C
$CaCO_3$	$MgCO_3$								
0,98291	0,14254	—	0,08917	—	—	2,9302	—	1,3844	8,43° C
$CaCO_3$	$MgCO_3$								
0,95400	0,1625	—	0,08950	—	—	3,27	—	1,33394	11,25°C
$CaCO_3$	$MgCO_3$								
0,00910	0,01186	0,0255	0,01083	—	—	—	—	0,06993	8,0° C

im Liter:

MgO	MnO	SiO_2	Al_2O_3	P_2O_5	CO_2 geb.	Verlust	N_2O_5	Summe	Trockenrückstand
0,04291	—	0,06131	—	—	0,1877	0,01500	—	0,5052	—
0,03000	0,00460	0,05466	—	—	0,27182	—	—	0,50622	—
0,04190	0,00180	0,06289	Spuren	Spuren	0,35738 u. halbgeb.	—	—	0,64978	0,4535
0,03153	—	0,04644	—	—	0,17722	—	—	0,46571	—
0,04540	0,0090	0,06441	0,00386	0,00062	0,48170	—	—	0,86248	—
0,39190	0,00152	0,06014	Spuren	Spuren	0,38534 u. halbgeb.	—	—	0,69739	0,46605
0,06788	—	0,08917	—	—	0,53844	—	—	1,39275	—
0,06550	Spuren	0,08950	—	—	0,53256	—	—	1,33881	1,2756
0,00565	—	0,01083	—	—	0,01034	—	0,0168	0,0710175	0,08370

stand sind enthalten:

MgO	MnO	SiO_2	Al_2O_3	P_2O_5	CO_2 geb.	Verlust	N_2O_5	Summe
Procent	Procent	Procent	Procent	Procent	Procent	Procent	Procent	Procent
8,50	—	12,12	—	—	24,16	3,00	—	100,03
5,90	0,90	10,79	—	—	53,70 u. halbgeb.	—	—	99,93
6,45	0,27	9,69	Spuren	Spuren	55,06 u. halbgeb.	—	—	100,08
6,76	—	9,32	—	—	38,05	—	—	99,29
5,26	1,03	7,47	0,44	0,07	55,89 u. halbgeb.	—	—	100,00
5,62	0,21	9,01	Spuren	Spuren	55,29 u. halbgeb.	—	—	100,45
4,90	—	6,42	—	—	38,08	—	—	99,61
4,89	—	6,70	—	—	39,80	—	—	100,03
7,95	—	15,25	—	—	14,56	—	23,52	99,95

Schalstein in der Nähe von Hof:[1])

	%
SiO_2 u. TiO_2	45,097
Al_2O_3	12,018
Fe_2O_3	6,382
FeO u. MnO	6,548
CaO	8,123
MgO	9,904
CO_2	3,409
P_2O_5	0,533
K_2O u. Na_2O	2,893
H_2O	4,615
Summa:	99,522.

Maximum und Minimum aus 11 Analysen von Diabasen:[2])

	Maximum	Minimum
SiO_2	58,71	42,80
Al_2O_3	20,50	13,28
Fe_2O_3 } FeO }	17,86	10,00
CaO	8,80	4,77
MgO	6,47	0,92
K_2O	7,69	1,12
Na_2O	6,13	0,60
H_2O	5,89	1,55.

Aus diesen Analysen lässt sich ersehen, dass trotz der Veränderung, welche bei der Umwandlung der Diabase in Schalsteine vor sich ging, weder eine beträchtliche Auslaugung noch eine nennenswerthe Zufuhr von Stoffen erfolgt ist.

III. Die Wasser aus der Präcarbon- oder Kulmformation.

Als Schlussglied des sogenannten Thonschiefergebietes, welches den Steinkohlenschichten häufig zur unmittelbaren Unterlage dient und häufig auch direct mit diesem vereinigt als Unterabtheilung der Steinkohlenformation selbst betrachtet wird, zeigt sich ein über

[1]) v. Gümbel, geognost. Beschreibung des Fichtelgebirges 1879. S. 227.
[2]) Bischof, chem. Geologie. Bd. III. S. 453.

den ganzen Frankenwald mächtig verbreitetes Thonschiefer- und Grauwackengebilde in ganz engem Anschlusse an die unmittelbar unterlagernden Devonschichten, die Präcarbon- oder Kulmformation genannt. Dieselbe zerfällt nach v. Gümbel[1]) im fränkischen Waldantheile in:

I. Obere Kulmschichten und

II. Lehestener Dachschiefer oder untere Kulmschichten.

In der Gesteinsbeschaffenheit der oberen Kulmschichten herrscht durch das ganze Gebiet eine grosse Gleichförmigkeit; es wechselt zwischen unregelmässig blättrig brechenden Thonschieferschichten und sandsteinartiger Grauwacke, die man im Allgemeinen als Kulmsandstein bezeichnet; diese oberen Kulmschichten sind besonders zwischen dem Rodach- und Tettauthal, also durch den ganzen Frankenwald sehr verbreitet. In der unteren Abtheilung der Kulmformation finden sich neben schwarzen Thonschieferlagen entweder Zwischenbänke von Berg- oder Kulmkalk, kalkige Grauwacke mit Conglomeraten und Lyditbildungen, die sogenannte Fichtelgebirgsfacies, oder vorherrschend Dachschieferschichten, welche besonders bei Lehesten unfern Ludwigstadt sehr verbreitet sind und dieser Facies mit Berechtigung die Bezeichnung „Lehestener Schichten“ geben.

Die Wasser, die aus diesem Gebiete der Untersuchung unterzogen wurden, sind nicht aus den Quellen geschöpft, sondern es wurde, da ja doch die Wasser fast immer in dem nämlichen geologischen Terrain fliessen, den Flüssen entnommen. Zudem ist auch für die Flüsse, von denen das Wasser zur Analyse gewählt wurde, keine eigentliche Quelle zu finden; es ist das aus den Höhenzügen absickernde und abfliessende Wasser, das sich in wiesenreichen Thalgründen sammelt und dann bald als Flüsschen in den Thälern auftaucht. Herrn Apotheker Kömm in Kronach, welcher die Güte hatte mir diese Wasser zu besorgen, erlaube ich mir an dieser Stelle, meinen besten Dank auszusprechen.

Zuerst mögen noch einige Analysen der in den Kulmschichten häufig vorkommenden Gesteine Erwähnung finden, um daraus ersehen zu können, dass die Wasser des Frankenwaldes in Uebereinstimmung mit den geologischen Verhältnissen den Wassern der

---

[1]) v. Gümbel, Fichtelgebirge 1879. S. 419.

Urgebirgsformation gegenüber ganz andere Eigenschaften zeigen. Das Wasser aus dieser Formation ist stets auch in seinem weiteren Laufe vollkommen hell und klar, ohne die braune Färbung der dem Urgebirge entstammenden Wasser zu zeigen.

Die chemische Zusammensetzung von gewöhnlichem grauen Thonschiefer aus den oberen Kulmschichten von Pressig bei Kronach ergibt sich nach einer Analyse von Ad. Schwager[1]) folgendermassen:

	%
SiO_2 . . .	53,32
Al_2O_3 . .	17,32
Fe_2O_3 u. FeO	18,58
CaO . . .	1,53
MgO . . .	2,86
K_2O . . .	2,45
Na_2O . .	0,54
Glühverlust	3,44
Summa:	100,04.

In:

	%
HCl löslich . .	45,12
H_2SO_4	24,98
Rest	29,95
Summa:	100,05.

Der ebenfalls sehr häufig vorkommende Kulmsandstein wurde von mir analysirt und fand ich in einem aus dem Doverthale oberhalb der Dovermühle entnommenen folgende Bestandtheile:

	%
SiO_2 . . .	76,14
Fe_2O_3 . . .	4,28
FeO . . .	3,54
Al_2O_3 . . .	6,52
CaO . . .	1,78
MgO . . .	0,86
K_2O . . .	1,56
Na_2O . . .	2,27
H_2O . . .	2,81
P_2O_5 . . .	0,34
Summa:	100,10.

[1]) v. Gümbel, geognost Beschreibung des Fichtelgebirges 1879. S. 283

Beim ersten Blicke wird der ziemliche Gehalt an Phosphorsäure auffallen, was jedoch dadurch erklärlich wird, dass zur Analyse vollkommen unverwitterte Stücke nicht gefunden werden konnten; das Bindematerial dieser Sandsteine besteht aus thonigen Massen.

In den untersten Kulmschichten spielen vor Allem die Dachschiefer, Lehestener Schiefer, eine grosse Rolle. Die angeführten Analysen sind von Dr. Maeder[1]) ausgeführt.

I. Aus den unteren Kulmschichten, sog. Lehestener Dachschiefer von Eisenberg bei Ludwigstadt:

	%
SiO_2 . . .	58,36
Al_2O_3 . .	25,64
Fe_2O_3 u. FeO	6,96
CaO . . .	0,05
MgO . . .	0,71
K_2O . . .	3,07
Na_2O . .	1,25
Glühverlust	4,06
Summa:	100,10.

In:

	%
HCl zersetzbar	22,25
H_2SO_4	41,00
Rest	36,75
Summa:	100,00.

II. Aus dem Schieferbruche von Dürrenwaid und Franzensberg bei Nordhalben:

	Dürrenwaid %	Franzensberg %
SiO_2 . . .	67,40	58,02
Al_2O_3 . .	14,74	17,95
Fe_2O_3 FeO .	8,34	6,42
FeS . . .	—	7,71
CaO . . .	0,32	0,52
MgO . . .	1,29	1,43
K_2O . . .	2,21	2,50
Na_2O . .	1,03	2,27
Verlust . .	4,52	3,75
Summa:	99,85	100,57.

[1]) Inaug.-Dissertat. Halle 1873 u. v. Gümbel, Fichtelgebirge 1879, S. 287.

	Dürrenwaid	Franzensberg
	%	%
In HCl zersetzbar	22,00	16,49
„ H_2SO_4 „	32,55	36,75
Rest	45,45	39,00
Summa:	100,00	100,00.

A. Das Wasser aus dem Haslachflusse.

Die Haslach nimmt ihren Anfang nördlich von dem Pfarrdorfe gleichen Namens aus einem Wiesengrunde, in welchem sich das von den Berghöhen zusammensickernde Wasser ansammelt und durch schwache hie und da zu Tage tretende Quellen noch eine Anreicherung findet. Nach der Vereinigung mit dem ganz in der Nähe hervorkommenden Dammbachflusse fliesst die Haslach wie alle Flüsse des Frankenwaldes in südlicher Richtung in Bergthälern dem Maingebiete zu. Von den Nebenflüssen der Haslach kommen die meisten gleichfalls aus dem Kulmgebiete, nur einige kleine Bäche aus dem oberen Rothliegenden münden ein, wie auch noch die Haslach eine Strecke lang durch Rothliegendes und Buntsandstein fliesst. Eine Viertelstunde vor der Stadt Kronach wurde das Wasser zur Analyse entnommen; es war vollkommen hell und hatte eine Temperatur von 15° C.

In 1000 ccm fand ich feste Bestandtheile:

	gr			gr
NaCl . . .	0,01170	oder:	Na_2O .	0,00782
Na_2SO_4 . .	0,00371		K_2O . .	0,00522
K_2SO_4 . .	0,002732		CaO . .	0,0168
K_2CO_3 . .	0,00549		MgO . .	0,0049
$CaCO_3$ . .	0,0300		Fe_2O_3, Al_2O_3 .	0,00045
Fe_2O_3, Al_2O_3 . .	0,00045		SiO_2 . .	0,0040
$MgCO_3$ . .	0,0103		Cl . . .	0,0071
SiO_2 . . .	0,004		SO_3 . .	0,003345
N_2O_5 . . .	0,0003		N_2O_5 .	0,0003
—	—		CO_2 . .	0,02034
Summa:	0,068682			0,070275.
Sauerstoff zur Oxydation:	0,00126.			

In 100 Theilen Rückstand sind enthalten:

	%
Na_2O	10,87
K_2O	7,35
CaO	23,66
MgO	6,90
Fe_2O_3, Al_2O_3 . . .	0,63
SiO_2	5,63
Cl	10,00
SO_3	4,71
N_2O_5	0,42
CO_2	28,74
Summa:	99,91.

Das Wasser aus dem Kronachflusse wurde ebenfalls eine Viertelstunde vor Kronach geschöpft und in 1000 ccm folgende Bestandtheile gefunden:

	gr			gr
$NaCl$ . .	0,0117	oder:	Na_2O .	0,00755
Na_2SO_4 . .	0,00309		K_2O .	0,0052
K_2SO_4 . .	0,002939		CaO .	0,030425
K_2CO_3 . .	0,005297		MgO .	0,00763
$CaCO$ . .	0,05430		Fe_2O_3, Al_2O_3	0,00035
$MgCO_3$ . .	0,01602		SiO_2 .	0,004975
Fe_2O_3, Al_2O_3 . .	0,00035		Cl . .	0,00710
SiO_2 . . .	0,004975		SO_3 .	0,00309
N_2O_5 . .	0,0003		N_2O_5 .	0,0003
—	—		CO_2 geb.	0,033962
Summa:	0,098971			0,100582.

Zur Oxydation der organischen Substanz in einem Liter Wasser sind nöthig 0,00071 gr Sauerstoff; die Temperatur betrug bei der Entnahme 14° C und war das Wasser gleich dem vorigen vollkommen klar.

In 100 Theilen Rückstand sind enthalten:

	%
Na_2O	7,51
K_2O	5,17
CaO	30,27
MgO	7,59
Fe_2O_3 / Al_2O_3 . . .	0,34
SiO_2	4,95
Cl	7,06
SO_3	3,07
N_2O_5	0,29
CO_2	33,79
Summa:	100,04.

Der Kronachfluss hat seinen Namen erst nach der Vereinigung der beiden Gebirgsflüsschen, der Kremnitz und des Grümbelbaches, erhalten; die erstere besteht aus dem Kremnitz- und Doverbache und nehmen beide ihren Ursprung aus den unteren Kulmschichten, während der letztere, aus dem Lachsgrün- und Tiefenbache sich zusammensetzend, aus den oberen Kulmschichten hervorkommt. Bis Heinberg läuft die Kronach ununterbrochen durch Kulmschichten, von da abwechselnd durch unteren Muschelkalk und Buntsandstein. Vergleicht man die gefundenen Zahlen beider Wasser miteinander, so ist eine ziemliche Uebereinstimmung zu finden und es ist leicht zu erkennen, dass dieselben aus ein und derselben Formation ihren Ursprung nehmen müssen. Die einzigen etwas grösseren Abweichungen in dem Kalkgehalte und dann im Eisengehalte lassen sich leicht erklären und zeigen, wie sehr der Gehalt an mineralischen Stoffen im Flusswasser von den geologischen Verhältnissen der Gegend abhängig ist, welche das betreffende Wasser durchfliesst. Während bei dem Haslachflusse der Gehalt an kohlensaurem Kalk nur 0,03 gr im Liter beträgt, so ist derselbe bei dem Wasser vom Kronachflusse auf 0,054 gr, fast das Doppelte, gestiegen, obwohl in den Ursprungsgebieten das gleiche Gesteinsvorkommen constatirt ist. Wie schon erwähnt wurde, fliesst nun die Kronach, wenn auch nur kurze Zeit, durch unteren Muschelkalk und hat in Folge dessen eine Anreicherung ihres Kalkgehaltes erfahren. Der Gehalt an Eisen ist bei der Haslach etwas höher als bei der Kronach und hat seinen

Grund darin, dass die Haslach einige kleine Flüsschen aus dem Rothliegenden aufnimmt, welche sich, wie bei den Analysen von Wasser aus diesem Gebiete zu ersehen ist, durch einen verhältnissmässig hohen Eisengehalt auszeichnen, der durch das vorkommende Gesteinsmaterial bedingt ist. Hier dürften am zweckmässigsten auch noch die übrigen Analysen der Flusswässer, welche dem Maingebiete angehören, eine Stelle finden, wenn dieselbe auch nicht der Kulmformation entspringen. Geht man von den eben besprochenen Flüssen Haslach und Kronach nach Osten hin weiter, so kommt man zu einem dritten und zwar dem stärksten Flusse des Frankenwaldes, der Rodach, welche auf ihrem oberen Laufe fast nur durch das Kulmgebiet fliesst, wie auch alle von der rechten Seite herkommenden Nebenflüsse der Kulmformation angehören. Die Rodach besteht aus der eigentlichen Rodach und der wilden Rodach. Die erstere entspringt aus dem Rodachbrunnen aus oberen Devonschichten, sogenannten Cypridinenschichten, welche an den Kulm des Frankenwaldes angrenzen und an denen entlang die Rodach eine kurze Strecke dahinfliesst, um bald ausschliesslich durch Kulm ihr Flussgebiet zu nehmen. Von den von links kommenden Nebenflüssen nehmen einige ihren Ursprung aus Schalstein, aus Kulm und die stärkere sogenannte wilde Rodach, aus dem von Köditz bei Hof nach Südwest schräg sich hinziehenden Zuge von Untersilurschichten. Unterhalb Steinwiesen vereinigen sich beide Rodach und nehmen nun ihren Lauf durch oberen und unteren Muschelkalk, durch Buntsandstein, eine kurze Strecke auch an Gypskeuper vorbeifliessend.

In 1000 ccm des bei der Hammermühle in der Nähe von Kronach entnommenen Wassers der Rodach fand ich:

	gr			gr
$NaCl$ . . .	0,00562	oder:	Na_2O .	0,00298
KCl . . .	0,00296		K_2O . .	0,00187
$CaSO_4$ . .	0,00685		CaO . .	0,035275
$CaCO_3$ . .	0,0581		MgO .	0,00738
$MgCO_3$ . .	0,01547		Fe_2O_3 / Al_2O_3	0,0001
Fe_2O_3 / Al_2O_3 .	0,0001		SiO_2 .	0,00425
SiO_2 . . .	0,00425		Cl . .	0,00482
N_2O_5 . . .	0,00072		SO_3 . .	0,00403
—	—		N_2O_5 .	0,00072
—	—		CO_2 geb.	0,041034
Summa:	0,09407			0,102559.

In 100 Theilen Rückstand sind enthalten:

	%
Na_2O . . .	2,86
K_2O . . .	1,79
CaO . . .	34,97
MgO . . .	7,09
Fe_2O_3 / Al_2O_3 .	0,09
SiO_2 . . .	4,08
Cl	4,53
SO_3 . . .	3,87
N_2O_5 . . .	0,69
CO_2 . . .	39,45
Summa:	99,33.

Auch dieses Wasser war vollkommen klar, zeigte eine Temperatur von $13^1/_2{}^0$ C und war zur Oxydation der organischen Substanz in einem Liter 0,00087 gr Sauerstoff nothwendig.

Ausserhalb Kronach vereinigt sich die Rodach mit den beiden Flüssen der Kronach und der Haslach zur Rodach und sind in folgender Analyse die Bestandtheile des Wassers aus der vereinigten Rodach, welches bei Neuses entnommen wurde, angeführt.

1000 ccm enthalten:

	%			%
$NaCl$ . .	0,00741	oder:	Na_2O .	0,00393
KCl . . .	0,004179		K_2O . .	0,002639
$CaSO_4$ . .	0,0077		CaO . .	0,03065
$CaCO_3$ . .	0,049		MgO .	0,00354
Fe_2O_3 / Al_2O_3 .	0,0002		Fe_2O_3 / Al_2O_3	0,0002
$MgCO_3$ . .	0,00743		SiO_2 .	0,0035
SiO_2 . . .	0,0035		Cl . .	0,00648
N_2O_5 . .	0,00024		SO_3 . .	0.00453
—	—		N_2O_5 .	0,00024
—	—		CO_2 . .	0,02545
Summa:	0,079659			0,081159.

In 100 Theilen Rückstand sind enthalten:

	%		%
Na_2O . . .	4,79	SiO_2 . . .	4,25
K_2O . . .	3,21	Cl	7,90
CaO . . .	37,37	SO_3 . . .	5,52
MgO . . .	4,56	N_2O_5 . . .	0,29
Fe_2O_3 } . Al_2O_3 }	0,24	CO_2 . . .	31,03
		Summa:	99,16.

Die Temperatur des Wassers betrug 15 ° C; zur Oxydation der organischen Substanz in einem Liter wurden 0,00119 gr Sauerstoff verbraucht.

Wie aus der Zusammenstellung der vier Flusswasser auf den beiden folgenden Seiten zu ersehen ist, enthält das Wasser der vereinigten Rodach so ziemlich das Mittel aus den drei dieselbe bildenden Flüssen, zumal wenn man noch berücksichtigt, dass die Rodach die bei weitem grössere Wassermenge mit sich bringt. Der bei den anderen Flüssen fehlende Gehalt an Gyps in der Rodach kennzeichnet in interessanter Weise die Wirkung der mineralogischen und geologischen Beschaffenheit des von den Flüssen durchströmten Gebietes; dieser Gyps wurde von dem Wasser der Rodach auf seinem Laufe durch den Gypskeuper gelöst und findet sich in dieser und auch in der vereinigten Rodach wieder, während die bei der Kronach und Haslach gefundenen allerdings in geringer Menge vorhandenen Sulfate der Alkalien nach der Vereinigung nicht mehr nachzuweisen waren. Der Gehalt an Alkalien, sowie an Chlor tritt bei der Rodach in den Hintergrund und ist es sehr interessant, dass in dem Wasser der vereinigten Rodach die Salze der Alkalien so ziemlich im Mittel aus den drei Flüssen vorhanden sind.

Wie bei den Säuerlingen, so findet man auch in den Flusswassern stets den kohlensauren Kalk in vorwiegender Menge, in geringerer dann die kohlensaure Magnesia, der Gehalt an dieser hat in auffallender Weise in der vereinigten Rodach abgenommen und steht in keinem proportionalen Verhältnisse zu dem Gehalte der drei anderen Flüsse an dieser. In den Analysen tritt das Kali auch hier sehr bedeutend gegen das Natron zurück.

Zusammenstellung der vier Fluss-

In 1000 ccm sind enthalten	NaCl	KCl	NO_2SO_4	K_2SO_4	K_2CO_3	$CaCO_3$
Haslachfluss	0,01170	—	0,00371	0,002732	0,005490	0,03000
Kronachfluss	0,01170	—	0,00309	0,002939	0,005297	0,05430
Rodachfluss	0,00562	0,00296	—	—	—	0,0581
Vereinigte Rodach .	0,00741	0,004179	—	—	—	0,049

Dies entspricht

	Na_2O	K_2O	CaO	MgO
Haslachfluss	0,00782	0,00522	0,01680	0,00490
Kronachfluss	0,00755	0,00520	0,030425	0,00763
Rodachfluss	5,00298	0,00187	0,035375	0,00738
Vereinigte Rodach .	0,05393	0,002639	0,03060	0,00354

In 100 Theilen Rück-

	Na_2O	K_2O	CaO	MgO
	Procent	Procent	Procent	Procent
Haslachfluss	10,87	7,35	23,66	6,90
Kronachfluss	7,51	5,17	30,27	7,59
Rodachfluss	2,26	1,79	34,97	7,09
Vereinigte Rodach .	4,79	3,21	37,37	4,56

wasser aus dem Frankenwalde.

$CaSO_4$	$MgCO_3$	Fe_2O_3 u. Al_2O_3	SiO_2	N_2O_5	Summe	Temperatur	Trockenrückstand
—	0,01030	0,00045	0,00400	0,0003	0,068682	15,0° C	0,08250
—	0,01602	0,00035	0,004975	0,0003	0,098971	14,0° C	0,1099
0,00685	0,01547	0,00010	0,00425	0,00072	0,09107	13,5° C	0,111875
0,0077	0,00743	0,0002	0,0035	0,00024	0,079659	15,0° C	0,112175

im Liter:

Fe_2O_3 u. Al_2O_3	SiO_2	Cl	SO_3	N_2O_5	CO_2 geb.	Summe
0,00045	0,00400	0,00710	0,003345	0,00030	0,02054	0,070275
0,00035	0,004975	0,00710	0,00309	0,00030	0,033962	0,100582
0,00010	0,004250	0,00482	0,00403	0,00072	0,041034	0,102559
0,00020	0,00350	0,00648	0,00453	0,00024	0,02545	0,081159

stand sind enthalten:

Fe_2O_3 u. Al_2O_3	SiO_2	Cl	SO_3	N_2O_5	Co_2 geb.	Summe
Procent	Procent	Procent	Procent	Procent	Procent	Procent
0,63	5,63	10,00	4,71	0,42	28,74	99,91
0,34	4,95	7,06	3,07	0,29	33,79	100,04
0,09	4,08	4,53	3,87	0,69	39,45	99,33
0,24	4,25	7,9	5,52	0,29	31,03	99,16

B. Die Wasser aus dem rothen und weissen Main, sowie aus dem vereinigten Maine.

Der Main, der grösste Fluss Oberfrankens, der die aus dem Frankenwalde und dem grösseren Theil des Fichtelgebirges kommenden Wasser dem Meere zuführt, besteht aus dem weissen und rothen Main, welche sich unterhalb Kulmbach bei Schloss Steinhausen vereinigen.

Der weisse Main entspringt aus dem Granite des Fichtelgebirges am Ochsenkopfe in einer Höhe von 2739 Fuss und nimmt nach seinem Abflusse ins Thal sofort eine westliche Richtung an. Er fliesst bis nach Berneck, wo derselbe das Gebirge verlässt, durch Urgebirgsgesteine, hauptsächlich durch Phyllit, Gneissphyllit, Hornblendegneiss, nordöstlich von Goldkronach eine kleine Strecke auch an kambrischen Schichten vorbei. Von Berneck an nimmt der Main seinen Lauf hauptsächlich durch das Triasgebiet; so fliesst er eine ziemliche Strecke an den Stufen des unteren Gypskeupers vorbei, hierauf durch Lettenkeuper, durch oberen und unteren Muschelkalk und von Trebgast an bis Kulmbach durch oberen Buntsandstein und Röth. Die Nebenflüsse, die der weisse Main auf seinem Laufe bis zur Vereinigung mit dem rothen Maine, aufnimmt, kommen theils aus dem Urgebirge, einige aus dem Kulmgebiete, die aber wie die Steinach ziemliche Strecken von Muschelkalk durchfliessen.

Der rothe Main nimmt seinen Ursprung aus einem Gebiete, in dem brauner Jura, weisser Jura und Keuper nahe bei einander zu finden sind, fliesst jedoch in seinem weiteren Laufe ausschliesslich durch die verschiedensten Stufen und Abtheilungen des Keupers hindurch; von seinen Nebenflüssen kommen einige gleichfalls aus Keuperschichten, die ziemlich starke Steinach aus dem Urgebirge und einige kleinere aus dem unteren Lias.

In der auf Seite 48 und 49 gegebenen Uebersicht sind die drei Analysen des Maines, vom rothen, weissen und vereinigten Main von mir ausgeführt, während die des Maines bei Offenbach der Zusammenstellung von Analysen von Flusswassern in Roth's chemischer Geologie entnommen ist.

Das Wasser aus den drei Mainen wurde bei mittlerem Wasserstande im Juli entnommen und zwar das Wasser aus dem weissen Main in der Nähe von Melkendorf unterhalb Kulmbach, das vom rothen Main vor Schloss Steinhausen und das vom vereinigten Main eine halbe Stunde nach der Vereinigung beider bei Mainleus.

Das Wasser selbst war vollkommen hell und geruchlos. Was die Veränderungen anbelangt, die ein Flusswasser auf seinem Laufe erleidet, so sind dieselben eben doch ziemlich weitgehende. Bei den Wässern aus der Urgebirgsformation ist die Analyse eines Wassers aus der Nabquelle angegeben worden, welche ganz in der Nähe der Quelle des weissen Maines liegt und auch dem nämlichen Granite entspringt. Wohl sind alle Bestandtheile, welche in dem Quellwasser der Nab nachgewiesen wurden, auch in dem Mainwasser gefunden worden, allein dieselben sind sehr bedeutend gestiegen, wie auch schon ein Blick auf den gefundenen Trockenrückstand zeigt und wie es besonders noch durch die Zahlen des Gypses, des Kalk- und Magnesiacarbonates in erster Linie bewiesen wird; ist ja doch der Gehalt von Calciumoxyd von 0,0007 auf 0,04, der Gehalt an Magnesia von 0,00043 auf 0,009 gestiegen und hat auch die Schwefelsäure jetzt schon so wesentlich zugenommen, dass es nicht auffallen kann, dass die Analysen des Maines bei Offenbach sogar einen grösseren Gehalt an Kalksulfat als an Kalkcarbonat constatiren, strömt ja auch der Main der Haupsache nach durch ein Triasgebiet. Vergleicht man die Analyse eines aus dem Keuper kommenden Quellwassers mit der des Wassers vom rothen Main vor seiner Vereinigung mit dem weissen Main, so werden auch hier die Veränderungen sofort klar hervortreten.

Obwohl das Wasser des rothen Maines dem des weissen gegenüber etwas im Gehalte an Alkalien zurücktritt, so ist in Bezug auf andere Keuperwässer (Analysen von diesen sind bei den Wässern aus der Triasformation angegeben) doch eine grosse Zunahme an den Alkalien im rothen Maine zu verzeichnen, welche durch den aus dem Urgebirge kommenden, viel Wasser führenden Steinachzufluss bewirkt wird, von dessen Quellwasser bei den Wassern aus der Urgebirgsformation eine Analyse angeführt ist. Gyps, Kalkcarbonat und Magnesiacarbonat haben auch in dem rothen Main gegen das Wasser aus der Quelle sich bedeutend vermehrt. Was das Wasser der Urgebirgsformation erkennen lässt, ist der Gehalt an Kieselsäure, welcher bei dem Wasser des weissen Maines in grösserer Menge vorhanden ist. Wie die Analyse vom vereinigten Maine ersehen lässt, ist so ziemlich das Mittel des im rothen und weissen Maine nachgewiesenen Gehaltes an den mineralischen Bestandtheilen gefunden worden. Auch die Analyse des Mainwassers bei Offenbach zeigt, abgesehen von den Verhältnissen, unter denen

Die Wasser

In 1000 ccm sind enthalten	NaCl	KCl	Na_2SO_4	K_2SO_4	$CaSO_4$	$MgCO_3$
Weisser Main . . .	0,01170	—	0,0018	0,00460	0,0241	0,0189
Rother Main	0,0130	0,00377	—	0,00318	0,0384	0,0399
Vereinigter Main .	0,0106	0,00140	—	0,00480	0,0285	0,0281
Main bei Offenbach	0,00692	Spur	0,00387	Spuren	0,08296	0,04809

Dies entspricht

	Na_2O	K_2O	CaO	MgO	Fe_2O_3 u. Al_2O_3
Weisser Main . . .	0,00704	0,00250	0,04005	0,0090	0,0015
Rother Main	0,00690	0,00410	0,06485	0,0190	0,0006
Vereinigter Main . .	0,00562	0,0034	0,04747	0,0134	0,0007
Main bei Offenbach .	0,00534	Spuren	0,07642	0,02665	0,00096

In 100 Theilen Rück-

	Na_2O	K_2O	CaO	MgO	Fe_2O_3 u. Al_2O_3
	Procent	Procent	Procent	Procent	Procent
Weisser Main . . .	5,50	1,95	31,29	7,03	1,17
Rother Main	3,55	2,11	30,42	9,79	0,30
Vereinigter Main . .	3,62	2,19	35,62	8,64	0,45
Main bei Offenbach	2,27	Spuren	32,58	11,36	0,40

aus dem Main.

$MgCl_2$	Fe_2O_3 u. Al_2O_3	SiO_2	N_2O_5	P_2O_5	$CaCO_3$	Summe	Trocken-rückstand
—	0,00150	0,0082	0,0018	—	0,05380	0,1264	0,1410
—	0,00060	0,0060	0,0012	Spuren	0,08760	0,19365	0,2145
—	0,00070	0,0069	0,0018	—	0,06380	0,14660	0,15987
0,00891	0,00096	0,0044	—	Spuren	0,07546	0,23137	nicht angegeben

in einem Liter:

SiO_2	Cl	SO_3	N_2O_5	CO_2	P_2O_5	Summe
0,0082	0,00710	0,0173	0,0018	0,03357	—	0,12806
0,0060	0,00887	0,0240	0,0012	0,05940	Spuren	0,19492
0,0069	0,0071	0,0190	0,0018	0,04897	—	0,15436
0,0044	0,01083	0,0516	—	0,05839	Spuren	0,23459

stand sind enthalten:

SiO_2 Procent	Cl Procent	SO_3 Procent	N_2O_5 Procent	CO_2 Procent	P_2O_5 Procent	Summe Procent
6,40	5,54	13,51	1,40	26,22	—	100,01
3,09	4,57	12,37	0,61	30,61	Spuren	100,42
4,45	4,85	12,25	1,16	31,59	—	99,55
1,88	4,61	32,00	—	24,90	Spuren	100,00

das Wasser untersucht wurde, doch einen gewissen Zusammenhang mit der des Wassers vom vereinigtem Main bei Mainleus; es ist der Gehalt an kohlensaurem Kalk nur wenig mehr gestiegen, was allerdings bei dem Gehalte an Magnesiumcarbonat der entgegengesetzte Fall ist; diese Zunahme findet jedoch darin ihre Erklärung, dass die aus der fränkischen Schweiz aus Dolomitgesteinen kommenden Wasser, welche dem Maine zugeführt werden, eine ziemlich grosse Menge von kohlensaurer Magnesia mitbringen. Der Gehalt an Eisen- und Thonerde hat etwas zugenommen, während bei der Kieselsäure eine wenn auch nur geringe Abnahme nachweisbar ist.

IV. Die Wasser aus der postcarbonischen oder Dyasformation.

Dieselbe gliedert sich in folgende Abtheilungen[1]):

Zechstein,
Kupferschiefer,
Oberes Rothliegendes,
Mittleres Rothliegendes,
Uebergangskohlenschichten.

Von diesen Abtheilungen hat in dem Frankenwalde nur das Rothliegende eine grössere Ausbreitung gefunden, während der Zechstein und Kupferschiefer, obwohl noch ganz typisch entwickelt, doch nur in geringer Ausdehnung vorhanden sind, so dass es nicht möglich war, ein oder das andere Wasser aus dem Zechstein zur Analyse entnehmen zu können. Was die Ausdehnung des Rothliegenden betrifft, so ist schon in der allgemeinen Uebersicht über die geologischen Verhältnisse das Gebiet, welches das Rothliegende einnimmt, erwähnt worden.

In Bezug auf die Schichtenfolge der Gesteine im Rothliegenden ist zu erwähnen, dass eine solche für dieses Gebiet nicht existirt und auch keine zu geben ist, da es zumal in der Gegend, der das Wasser zur Analyse entnommen wurde, keinen einzigen, wenn auch nur kleinen Aufschluss gibt; nur am Rande des Rothliegenden gegen die Kulmformation, wo der Grösaubach das Rothliegende verlässt, ist ein kleiner Aufschluss zu finden; allein auch hier hat, wie im ganzen Gebiete, schon die Verwitterung stark um sich gegriffen.

---

[1]) v. Gümbel, Fichtelgebirge 1879. S. 114.

Hauptsächlich sind es intensiv rothgefärbte Conglomerate an Breccien erinnernd neben vorherrschenden Rollstücken von Quarzit und Grauwacke durch Porphyreinschlüsse charakterisirt; diese verlaufen meist in grobe rauhe Sandsteine. Eine andere Reihe von Schichten bilden rothe, grünfleckige Sandsteine und besonders bemerkenswerth sind die feinen rothen Sandsteine, welche sich als die hangenden Lagen des Rothliegenden erweisen. Auch Thonsteinbildung kommt in dem Rothliegenden vor und zwar ist die meist knollige Thonsteinmasse häufig mit grobkrystallinischem Kalkspath verwachsen, wodurch kalkige Thonsteine entstehen.

Die Analyse eines häufig vorkommenden thonigen Sandsteines wurde von mir ausgeführt und wurde dieser an der Grenze des Kulmgebietes und des Rothliegenden nordwestlich von Grösau entnommen. Leider war dieser Sandstein auch schon etwas verwittert. Er enthält folgende Bestandtheile:

	%
SiO_2 . . .	67,18
Fe_2O_3 . . .	3,61
FeO . . .	1,01
Al_2O_3 . . .	10,56
CaO	0,66
MgO . . .	0,41
K_2O . . .	2,12
Na_2O . . .	4,05
P_2O_5 . . .	2,53
H_2O . . .	7,07
Summa:	99,20.

In Spuren vorhanden: Cu.

Der grosse Gehalt an Phosphorsäure beruht auf der Anwesenheit von ziemlich viel organischer Substanz in den Sandsteinen und durch den schon eingeleiteten Verwitterungsprocess. Das Material gibt auch bei der Verwitterung einen röthlich aussehenden ganz ausgezeichneten Boden, wodurch einerseits die üppige Vegetation, andrerseits die Wohlhabenheit der in dieser Gegend liegenden Ortschaften bedingt ist.

Im Nachstehenden sind die Resultate der Untersuchung zweier Wässer aus dem Gebiete des Rothliegenden angegeben. Die Wässer, die beide in der Nähe von Eila entnommen sind, waren nicht ganz

hell und wurde das Wasser erst vorher filtrirt. Herrn Lehrer Wendel von Pressig, welcher so freundlich war, mir die beiden Wässer zu besorgen, spreche ich an dieser Stelle meinen besten Dank aus. In einem Liter fand ich:

	Rothenbergbrunnen	Birkigquelle
	gr	gr
$NaCl$	0,00877	0,00877
Na_2SO_4 . . .	0,0018	0,004030
K_2SO_4	0,00282	0,001937
K_2CO_3	—	0,00095
$CaSO_4$	0,0018	—
$CaCO_3$	0,0315	0,0085
$MgCO_3$	0,00254	0,00378
Fe_2O_3 / Al_2O_3 . . .	0,0008	0,00075
SiO_2	0,01183	0,01075
P_2O_5	Spuren	Spuren
N_2O_5	Spuren	Spuren
Summa:	0,06186	0,039467.
Sauerstoff zur Oxydation:	0,00012	Spuren.

Das Gewicht des Trockenrückstandes betrug bei 110 ° getrocknet für das Wasser des Rothenbergbrunnens 0,067 gr, für das der Birkigquelle 0,04345 gr.

Die angeführten Analysen entsprechen in einem Liter:

	Rothenbergbrunnen	Birkigquelle
	gr	gr
Na_2O	0,00544	0,0064
K_2O	0,00153	0,00170
CaO	0,01840	0,00475
MgO	0,00121	0,00180
Cl	0,00533	0,00533
SO_3	0,00312	0,00316
SiO_2	0,01183	0,01075
Fe_2O_3 etc. . .	0,0008	0,00075
N_2O_5 / P_2O_5 . . .	Spuren	Spuren
CO_2	0,01519	0,00602
Summa:	0,06285	0,04066.

In 100 Theilen Rückstand sind enthalten:

	Rothenbergbrunnen	Birkigquelle
	%	%
Na_2O . . .	8,66	15,76
K_2O	2,43	4,18
CaO	29,29	11,70
MgO	1,92	4,43
Cl	8,48	13,13
SO_3	4,96	7,78
SiO_2	18,83	26,74
Fe_2O_3 . . .	1,27	1,84
N_2O_5 . . .	Spuren	Spuren
P_2O_5 . .	Spuren	Spuren
CO_2	24,18	14,82
Summa:	100,02	100,38.

Obwohl die beiden Wässer aus einer und derselben Formation stammen und ihre Quellen gar nicht weit von einander entfernt sind, so fällt doch sofort der grosse Unterschied beider in Bezug auf den Kalkgehalt auf; denn bei dem Rothenbergbrunnen beträgt dieser beinahe viermal so viel als in der Birkigquelle, wie ja auch in Folge dessen der Trockenrückstand der letzteren bedeutend niedriger gefunden wurde. Dieser verhältnissmässig grosse Kalkgehalt des Rothenbergbrunnens kommt nun davon her, dass das Wasser desselben aus den schon oben erwähnten Thonsteinschichten, die mit grobkrystallinischem Kalkspath verwachsen sind, heraustritt, während die Birkigquelle den thonigen Sandsteinen, von denen die Analyse ausgeführt wurde, entquillt oder vielmehr sich aus dem Sickerwasser von diesen zusammensetzt. Die Phosphorsäure war schon in dem Verdampfungsrückstande von zwei Liter deutlich nachweisbar, was mit dem Phosphorsäuregehalt des oben angeführten Gesteinsmateriales, des Sandsteines, in Uebereinstimmung sich befindet.

V. Die Wässer der Trias.

A. Quellen der Buntsandsteingruppe.

Die beiden unteren Glieder der Trias, Buntsandstein und Muschelkalk, bilden im Kreise Oberfranken in schmalen Streifen die südöstlichsten Ausläufer des grossen Triasgebietes, welches in Thüringen seine Wurzel hat und namentlich in Unterfranken in so bedeutender Mächtigkeit auftritt; dagegen nimmt das dritte obere Glied der Trias, der Keuper, ein grosses Gebiet ein und ist in Oberfranken oberflächlich durch ein sich aufbauendes Höhenland, dem Juragebirge, in einen kleineren östlichen und einen grösseren westlichen Theil getrennt. Was die Gliederung der Buntsandsteinformation, sowie der Trias überhaupt betrifft, so ist für die oberfränkischen Verhältnisse eine solche nicht vorhanden und dürfte die für den Buntsandstein im mittleren und westlichen Thüringen von H. Credner[1]) und dann die für die Würzburger Gegend von v. Sandberger und v. Gümbel gegebene Uebersicht auch für die oberfränkischen Verhältnisse massgebend sein:

	Mittleres und westliches Thüringen	Würzburger Gegend
Oberer Buntsandstein.	Braune und grüne Mergel mit Bänken und Stöcken von Gyps.	Rother Schieferthon, Dolomit. Sandsteinschiefer und Letten. Rothe Schieferletten.
Mittlerer Buntsandstein.	Feinkörnige und grobe Sandsteine, wechsellagernd mit Thonen und Mergeln, dolomitisch oder mit Steinsalzpseudomorphosen. Feinkörnige graue Sandsteine, Thon- und Mergelgallenbänke.	Chirotherium-Sandstein. Feinkörniger, rother Sandstein (voltzia). Violetter Sandstein mit Dolomit und Carneol. Rother und bunter thoniger Sandstein.
Unterer Buntsandstein.	Bunte, sandige Mergel wechsellagernd mit schwachen Sandsteinlagen, oft mit Gypsstöcken und Lagern.	Rothe Schieferletten (Leberschiefer) mit Rotheisenerz- und Sandsteinbänken.

[1]) Credner, Geologie 1883. S. 544.

Die Buntsandsteinformation ist durch einen nicht geringen Wasserreichthum ausgezeichnet, da für die Meteorwässer in Folge der Porosität und Zerklüftung der Sandsteine viele Circulationswege vorhanden sind, durch welche das Wasser hindurchwandern kann; auf den in dieser Formation vorhandenen thonigen Bänken, die für Wasser undurchlässig sind, sammelt sich dasselbe an, um dann als Quelle an den Thaleinschnitten, die solche Thonschichten treffen, wieder zu Tage zu treten. Durch diesen Filtrationsprocess sind aber auch die Wasser des Hauptbuntsandsteins, der fast ausschliesslich aus mächtigen, theils grob- theils feinkörnigen, an Bindemitteln armen Sandsteinen besteht, sehr rein, wie auch die Analysen der Wasser aus der grossen und kleinen Wasserleitung der Stadt Kulmbach zeigen.

Was den Auslaugungsprocess, den die Meteorwässer beim Durchdringen der Sandsteine überhaupt veranlassen, betrifft, so ist selbstverständlich, dass damit nur die chemische und mechanische Zersetzung der erst erwähnten Bindemittel der Sandsteine gemeint sein kann. Die Quarzkörner werden nur ganz wenig durch die mechanische Thätigkeit des Wassers verändert, wie sie auch keiner Umwandlung fähig sind. Werden nun diese Bindemittel entfernt, so zerfallen die Sandsteine in Sand und dies tritt um so eher ein an solchen Stellen, wo die Wasser reichlicheren Zutritt haben. Die Formationen mit Sandsteinen entspringenden Quellen und deren Sickerwasser müssen demnach eine dem Bindemittel dieser Sandsteine ähnliche chemische Zusammensetzung enthalten, was auch durch die Analyse der Wasser bestätigt wird.

Analysen von Bindemitteln in Sandsteinen sind in ziemlicher Anzahl besonders von Bibra[1]) ausgeführt worden; nach diesen schwankt die Menge des Bindemittels zwischen 0,6 und 14,23 %.

Schmidt[2]) erwähnt, dass bunte Sandsteine von Kulmbach, in Wasser eingeweicht, bröcklich wurden und sich viel schwebende Theile herausschlämmten, welche aus einem an Eisenoxydhydrat sehr reichen Thon mit einem Gehalte an Gyps bestanden, welch' letzterer ein wesentlicher Bestandtheil des Bindemittels zu sein pflegt.

---

[1]) Bischoff, chem. Geologie. Bd. 3. 138.
Journal f. prakt. Chemie. XXV. 23.
[2]) Bischoff, chem. Geologie. Bd. 3. 140.

Es wird dadurch auch der Gehalt an Gyps, der in keinem der beiden Kulmbacher Wässer fehlt und sich auch in dem einen Kronacher findet, erklärt. Die Besorgung der Wässer aus den Leitungen der Stadt Kulmbach verdanke ich der Güte des Herrn Apothekers L. Jahn in Kulmbach, die aus den Leitungen der Stadt Kronach der Freundlichkeit des Herrn Apothekers Kömm aus Kronach; beiden Herren sei hier freundlichst für ihre Bemühungen gedankt.

Das Wasser der Leitungen der Stadt Kulmbach, in deren Umgebung der Buntsandstein in ziemlicher Mächtigkeit auftritt, ist vollkommen klar, geschmack- und geruchlos, ohne Einwirkung auf Reagenspapier und zeigt eine Temperatur von 11,25 ° C.

Das Wasser der grossen Leitung entspringt dem Hauptbuntsandstein, während die Quelle der kleinen Leitung schon näher dem oberen Buntsandstein liegen dürfte.

In 1000 ccm sind enthalten:

	Kleine Leitung gr	Grosse Leitung gr
$NaCl$ . .	0,0100	0,0087
KCl . . .	0,0060	0,0039
$CaSO_4$ . .	0,01305	0,0057
$CaCO_3$ . .	0,0124	0,0130
$MgCO_3$.	0,01115	0,0073
SiO_2 . .	0,00775	0,0066
N_2O_5 . .	0,0204	0,0018
Summa:	0,08075	0,047.
Sauerstoff zur Oxydation:	0,00055	0,00023.

Oder:

Na_2O . .	0,0053	0,0046
K_2O . .	0,0038	0,0025
CaO . . .	0,01235	0,01005
MgO . .	0,00531	0,00350
Cl . . .	0,008875	0,0071
So_5 . . .	0,00768	0,00334
SiO_2 . .	0,00775	0,0066
N_2O_5 . .	0,0204	0,0018
CO_2 . . .	0,011296	0,00952
Summa:	0,082761	0,04901.

In 100 Theilen Rückstand sind enthalten:

	Kleine Leitung %	Grosse Leitung %
Na_2O .	6,39	9,38
K_2O . .	4,59	5,10
CaO . .	14,93	20,51
MgO . .	6,42	7,14
Cl . . .	10,73	14,49
SO_3 . .	9,28	6,81
SiO_2 . .	9,37	13,47
N_2O_5 . .	24,66	3,67
CO_2 . .	13,65	19,42
Summa:	100,02	99,99.

Verschieden von den Wassern des Hauptbuntsandsteines sind die, welche der oberen Buntsandsteinformation angehören. Dieselben sind vor Allem schon durch einen viel höheren Gehalt an Kalk charakterisirt, der davon herrührt, dass dieser obere Buntsandstein das aus dem darüber liegenden Muschelkalk kommende Wasser aufnimmt, wie auch ausserdem noch die oberste Schicht des oberen Buntsandsteines der Röth selbst in Folge des ihn bildenden Gesteinsmateriales geeignet ist, das Wasser an mineralischen Bestandtheilen anzureichern. Obwohl die Wasser, deren Zusammensetzung nachstehende Analysen geben, noch ausgezeichnet gut brauchbar sind, so ist der Unterschied zwischen diesen und denen des Hauptbuntsandsteines ein ziemlich grosser, indem schon der Trockenrückstand dieser um das 4—5fache die ersteren übertrifft.

Zur Untersuchung dieser der oberen Buntsandsteinformation angehörenden Wasser wählte ich die aus den Wasserleitungen der Stadt Kronach. Die Quelle der einen Leitung, welche den Kirchenplatzbrunnen speist, liegt $^3/_4$ Stunden von Kronach entfernt auf dem Berge bei Ziegelerden, während die andere, die Quelle für den Marktplatzbrunnen, hinter der Veste Rosenberg liegt. Der Buntsandstein lagert sich bei Kronach an den Muschelkalk an und zieht sich nordwestlich hin bis über Burggrub, dort an den Zechstein anstossend.

Das Wasser der Leitungen ist gleichfalls vollkommen hell, geruch- und farblos und zeigten beide Wässer eine Temperatur von $12\,^1/_2\,^0$ C.

In 1000 ccm sind enthalten:

	Kirchenplatzbrunnen	Marktplatzbrunnen
	gr	gr
$NaCl$	0,01411	0,0117
KCl	0,0075	—
K_2SO_4	—	0,002808
Na_2SO_4 . . .	—	0,00611
K_2CO_3	—	0,007263
$CaSO_4$	0,01494	—
$CaON_2O_5$ . . .	—	0,0437
$CaCO_3$	0,156	0,0915
$MgCO_3$	0,0978	0,0445
Fe_2O_3 / Al_2O_3 . . .	Spuren	0,00325
SiO_2	0,004	0,00925
N_2O_5	0,00624	0,000
Summa:	0,30059	0,220081.

Organische Substanz ist nur in Spuren vorhanden.

Die angeführte Analyse entspricht in einem Liter:

	Kirchenplatzbrunnen	Marktplatzbrunnen
	gr	gr
Na_2O	0,00748	0,00890
K_2O	0,00474	0,00644
CaO	0,0935	0,06615
MgO	0,0466	0,0212
Fe_2O_3 / Al_2O_3 . . .	Spuren	0,00325
SiO_2	0,004	0,00925
Cl	0,0121	0,0071
SO_3	0,00879	0,00473
N_2O_5	0,00624	0,0288
CO_2 geb. . .	0,11984	0,06587
Summa:	0,30329	0,22169.

In 100 Theilen Rückstand sind enthalten:

	Kirchenplatzbrunnen	Marktplatzbrunnen
	%	%
Na_2O . .	2,08	4,04
K_2O . . .	1,57	2,90
CaO . . .	31,06	30,07
MgO . .	15,48	9,60
Fe_2O_3 / Al_2O_3	Spuren	1,50
SiO_2 . .	1,32	4,20
Cl . . .	4,02	3,22
SO_3 . .	2,58	2,15
N_2O_5 . .	2,07	13,09
CO_2 . . .	39,80	29,94
Summa:	99,98	100,71.

Gemeinsam ist den Wässern des eigentlichen Hauptbuntsandsteines der hohe Gehalt an Kieselsäure, während die Wasser, welche den oberen Abtheilungen angehören, zum Theil daran ärmer sind. Dies erklärt sich dadurch, dass die durch die freie Kohlensäure, welche als solche bei den Quellen der Buntsandsteinformation in grosser Menge vorhanden ist, in Lösung gehaltene Kieselsäure wird bei Hinzutritt von kohlensaurem Kalk, kohlensaurer Magnesia, Eisen, das natürlich ebenfalls als Carbonat vorhanden ist, ausgeschieden, wesshalb die an Kalkcarbonat etc. reicheren Wasser des oberen Buntsandsteines ärmer an Kieselsäure sind. Der Gehalt an Salpetersäure, der auch bei den Wässern der nächstfolgenden Glieder der Trias nicht fehlt, erklärt das Vorkommen von Kalisalpeter in Tuffen, welche von Quellen, die an der Grenze von Wellenkalk und Röth entspringen, abgesetzt werden. So fand Nies[1]) beim Auslaugen eines derartigen Tuffes von Homburg 87,2 % Kalisalpeter neben 2,59 % Bittersalz und 5,14 % Gyps.

---

[1]) Der Kalktuff von Homburg a/M. und sein Salpetergehalt; Mittheilungen aus dem Laborat. von Professor Dr. A. Hilger. Würzburg 1869.

B. Die Quellen des Muschelkalkes.

Unmittelbar auf die oberste Schicht des Buntsandsteins, den Röth, folgt als nächst höheres Glied der Trias der Muschelkalk, der theils nach paläontologischen theils nach geologischen Gesichtspunkten in drei Schichtengruppen gegliedert wird:

A. Unterer Muschelkalk;

aus Wellendolomit, Wellenkalk, Bänken körnigen Kalksteines, dickblätterigen Dolomiten, Mergelschiefern, eingelagerten Terebratel- und Encrinitenkalken und Schaumkalken, selten aus Sandstein bestehend.

B. Mittlerer Muschelkalk;

Anhydritgruppen, wesentlich aus Dolomiten, zum Theil mit Hornsteinknollen, Kalksteinen, Mergeln, Anhydrit, Gyps und Steinsalz bestehend.

C. Oberer Muschelkalk;

Hauptmuschelkalk aus glatt- und dickschichtigem Kalkstein mit thonigen Zwischenlagern, sowie aus dünnen Kalkplatten bestehend, zwischen welche Thon und Mergel eingeschaltet sind, am reichsten an organischen Resten.

In Oberfranken ist der Muschelkalk, wenn auch nicht gerade mächtig, so doch in grösserer Ausdehnung entwickelt; derselbe zieht sich den Buntsandstein begleitend, südlich von Weidenberg anfangend, nach Nordwesten bis oberhalb Kronach hin, wo er nördlich von Friesen sich unmittelbar an den Kulm des Frankenwaldes anlagert. Besonders entwickelt ist der obere oder Hauptmuschelkalk, welchem auch die beiden Wässer, deren Analyse von Dr. E. Spiess[1]) ausgeführt wurde, entnommen sind.

Von den beiden Wässern, deren Quellen im Nordosten von Bayreuth liegen, versorgt das eine, das der Rodersberger Leitung, einen Brunnen in der Stadt Bayreuth, das andere, aus der Allersdorfer Leitung, einen in der Vorstadt St. Georgen.

---

[1]) Archiv f. Pharmacie. III. R. Bd. 3. S. 385 ff.

In 1000 ccm sind folgende Bestandtheile enthalten:

	Rodersberger Leitung gr	Allersdorfer Leitung gr
$NaCl$	0,00016	0,0024
Na_2SO_4 . . .	0,00151	0,0476
K_2SO_4 . . .	0,00203	0,0240
$CaCO_3$	0,225	0,1960
$CaSO_4$	0,1990	0,3828
$MgCO_3$ . . .	0,0424	0,0712
N_2O_5	0,0059	0,0009
NH_3	0,0011	0,0003
Summa:	0,4751	0,7252.
Organische Substanz:	0,0061	0,0075.

Dies entspricht im Liter:

	Rodersberger Leitung gr	Allersdorfer Leitung gr
Na_2O	0,0015	0,02200
K_2O	0,0011	0,01300
CaO	0,2084	0,26760
MgO	0,0202	0,0357
Cl	0,0010	0,00150
SO_3	0,1188	0,2630
N_2O_5	0,0039	0,0009
CO_2 geb. . . .	0,1210	0.1258
NH_3	0,0011	0,0003
Summa:	0,4760	0,7298.

In 100 Theilen Rückstand sind enthalten:

	Rodersberger Leitung %	Allersdorfer Leitung %
Na_2O . .	0,31	3,01
K_2O . . .	0,23	1,78
CaO . . .	43,85	36,70
MgO . .	4,25	4,89
Cl . . .	0,21	0,20
SO_3 . . .	25,01	36,07
N_2O_5 . .	0,82	0,12
CO_2 geb.	25,47	17,25
NH_3 . .	0,23	0,04
Summa:	100,38	100,06.

Die Wasser des Muschelkalkes zeichnen sich durch einen grossen Gehalt an Kalk aus und gehören somit zu den harten Wässern. Auffallend ist der hohe Gehalt dieser beiden Wässer an Schwefelsäure, welcher sich nicht anders erklären lässt, als dass in den thonigen Schichten oder eingeschalteten Mergeln Schwefelkies enthalten sein muss. Dadurch, dass dieser oxydirt wird, entsteht Schwefelsäure und Ferrosulfat, von denen die erstere den kohlensauren Kalk in Gyps und Kohlensäure zersetzt, während das Ferrosulfat sich mit dem kohlensauren Kalk zu Ferrocarbonat und Gyps umwandelt. Dass in den mergeligen Schichten resp. Zwischenlagen im oberen Muschelkalke solche Schwefelkiese vorhanden sind, gibt v. Bibra[1]) an, der diese Schichten analysirte und wovon die Resultate im Nachstehenden aufgeführt sind:

Mergelige Schicht mit hier und da eingesprengtem Schwefelkies

spec. Gewicht 2,695

	%
SiO_2	5,8
$CaCO_3$	41,1
$MgCO_3$	44,8
Al_2O_3	3,7
FeO	1,3
H_2O	2,4
H_2SO_4, Na_2O, Cl Verlust	0,9
Summa:	100,00.

Von weiteren Analysen von Gesteinen der Muschelkalkformation dürfte noch die der Schichten des Ceratites nodosus des oberen Theiles des oberen Muschelkalkes, welche Analyse von A. Hilger ausgeführt wurde, erwähnt werden; ist ja diese Schicht des Muschelkalkes allenthalben entwickelt. Die Analyse gibt folgende Resultate:

In 100 Theilen:

In HCl Lösliches	96,97 %
„ HCl Unlösliches	3,023 %.

[1]) v. Bibra. Erdmann, Journal f. prakt. Chemie. XXVI. S. 14.

	Lösliches %		Unlösliches %
SiO_2 . . .	0,319	SiO_2 . . .	2,669
Al_2O_3 . .	0,257	Al_2O_3 . .	0,062
Fe_2O_3 . .	0,673	Fe_2O_3 . .	0,077
CaO . . .	51,272	CaO . . .	0,007
MgO . . .	0,928	—	—
K_2O . . .	0,258	K_2O . . .	0,143
Na_2O . . .	0,353	Na_2O . . .	0,181
P_2O_5 . . .	1,150	—	—
Cl	0,113	—	—
CO_2	41,39	—	—
H_2O . . .	1,410	—	—

C. Die Quellen des Keupers.

Der Keuper, die abschliessende Gruppe der Trias, zeichnet sich durch einen grossen Wasserreichthum aus und ist auch in allen seinen Stufen im oberfränkischen Gebiete ausserordentlich reich ausgebildet.

Die Schichtenfolge für dieses Gebiet ist nach v. Gümbel[1]) folgende:

(Von oben nach unten.)

I. Rhätische Schichten:

1. Graugrüner Lettenschiefer, Pflanzenreste führend (1—5 m).
2. Gelblichweisser Pflanzensandstein (Bausandstein von Bayreuth) mit reichlichen rhätischen Pflanzen (10—15 m).

II. Bunter Keuper:

3. Zanclodonschichten, feuerrother Lettenschiefer mit weissen Sandsteinlagen und Zanclodonknochen.
4. Belodonschichten, bunte Lettenschiefer mit Sandsteinbänken,
   a) Burgsandstein und Stubensandstein,
   b) dolomitische und quarzreiche Gesteine.
5. Semionotenschichten, weissliche Sandsteinbänke, Stubensandstein, Plattensandstein.
6. Lehrbergschichten mit Turritella Bergeri; Sandsteinlagen und bunte Lettenschiefer stellenweise mit Gypseinlagerungen.

---

[1]) v. Gümbel, Grundzüge d. Geologie (Geologie von Bayern) S. 705 ff.

7. Schilfsandsteinschichten, grünlich graue, röthlich gefleckte pflanzenreiche Sandsteine und bunte Lettenschiefer.
8. Gypskeuperschichten, vorherrschend grüngraue Lettenschiefer und Mergel mit Gypseinlagerungen.

III. Lettenkeuper Lettenkohlenschichten:

9. Flammen- und Grenzdolomit.
10. Obere Cardinienschichten.
11. Lettenkohlensandsteinschichten.
12. Untere Cardinienschichten.
    Oberster Muschelkalk.

Ueber die chemische Zusammensetzung von Keuperschichten liegt eine Reihe von v. Bibra[1]) ausgeführter Analysen vor, von denen die wichtigsten im Folgenden angegeben sind:

Bunter Mergel von Grettstadt (Graugrüne Varietät)	%	Der Gyps zwischen diesem Mergel bei Sulzheim	%
SiO_2	32,5	CaO	31,657
$CaCO_3$	26,5	SO_3	45,164
$MgCO_3$	13,8	Al_2O_3, Fe_2O_3	1,400
Al_2O_3	9,9	H_2O	20,200
Fe_2O_3	11,7	Na_2O u. Verlust	1,379
H_2O	5,3	SiO_2	0,200
Cl u. Verlust	0,3	—	—
Summa:	100,00		100,00.

Rother Mergel von Traustadt	%	Schilfsandstein von Zeil	%
SiO_2	44,1	SiO_2	75,4
$CaCO_3$	12,3	CaO	2,8
$MgCO_3$	11,3	MgO	1,4
Al_2O_3	15,0	Al_2O_3	11,7
Fe_2O_3	11,2	Fe_2O_3	3,0
H_2O	5,1	H_2O	3,5
Cl u. Verlust	1,0	Cl u. Verlust	2,2
Summa:	100,00		100,00.

[1]) v. Bibra Erdmann, Journal f. prakt. Chemie. XIX Bd. S. 21 ff u. 80 ff.

	Semionotussandstein von Zabelstein %		Stubensandstein von Bamberg %
SiO_2	92,2	SiO^2	91,4
CaO	0,7	CaO	1,7
MgO	1,1	MgO	0,4
Al_2O_3	4,0	Al_2O_3	2,6
Fe_2O_3	1,0	Fe_2O_3	1,6
H_2O	0,5	H_2O	1,9
Verlust	0,5	Cl u. Verlust	0,4
Summa:	100,00		100,00.

Stubensandstein von Erlangen.

Die Analyse dieses wurde von Herrn Professor Dr. Hilger[1]) ausgeführt.

	In HCl unlöslich %	In HCl löslich %
SiO_2	91,86	1,2
Fe_2O_3	—	0,12
CaO	0,33	0,28
Al_2O_3	3,62	0,28
K_2O	1,06	1,21
Na_2O	0,31	0,10
H_2SO_4	—	0,48
H_3PO_4	—	0,18
H_2O	—	0,50
Summa:	97,18	3,35.

Wie die Resultate der Analysen des Semionotus- und der beiden Stubensandsteine zeigen, muss das aus diesen kommende Wasser fast chemisch rein sein und sich ganz den Wassern der Urgebirgsformation und der Buntsandsteingruppe analog verhalten. Ebenso wird auch das den oberen Schichten des Keupers, den rhätischen Schichten entspringende Wasser, die wesentlich aus Sandsteinen bestehen, ein sehr gutes und für alle Zwecke brauchbares sein; fehlt ja in den oberen Schichten, wie das Profil zeigt, der

[1]) A. Hilger, Verwitterungsvorgänge. Landwirthschaftl. Jahrbücher. 8. Bd. 1879.

Gyps und Kalk fast vollständig. Dies ist auch bei den Wassern, die diesen Keuperschichten entspringen, der Fall, wie nachstehende Analysen solcher Keuperwasser zeigen. Dieselben sind sämmtlich, auch die noch weiter angeführten, Leitungswasser für Brunnen der Stadt Bayreuth, welche auf dem grossen Keuperzuge der sich längs des Maines von SO nach NW bis nach Lichtenfels hinzieht, liegt, und sind von E. Spiess[1]) analysirt worden.

Das Wasser der Saaser Leitung, welche mehrere Brunnen speist, entspringt den oberen Keuperschichten, dem Rhät, und enthält in 1000 ccm folgende Bestandtheile:

	gr			gr
$NaCl$ . . .	0,00330	oder:	Na_2O . .	0,0018
KCl	0,00126		K_2O . . .	0,0008
$CaCl_2$ . . .	0,00140		CaO . . .	0,0214
$CaON_2O_5$ . .	0,0179		MgO . .	0,0068
NH_4NO_3 . .	Spur		Cl . . .	0,0035
$CaSO_4$ . . .	0,00527		SO_3 . . .	0,0031
$CaCO_3$ . . .	0,0220		N_2O_5 . .	0,0118
$MgCO_3$ . . .	0,01043		CO_2 geb. .	0,01740
—	—		NH_3 . .	0,0002
Summa:	0,06543			0,06680.

Dies entspricht in 100 Theilen Rückstand:

	%
Na_2O . . .	2,70
K_2O . . .	1,20
CaO . . .	32,08
MgO . . .	10,19
Cl	5,23
SO_3 . . .	4,64
N_2O_5 . . .	17,69
CO_2 . . .	26,08
NH_3 . . .	0,30
Summa:	100,11.

Der Trockenrückstand beträgt für einen Liter 0,077; der Gehalt an organischen Stoffen 0,003 gr im Liter.

[1]) Archiv f. Pharmac. 3. R. 3. Bd. S. 385 ff.

Wesentlich schon durch den Trockenrückstand verschieden ist das ausgezeichnete Wasser aus der Osterbrunnenquelle bei Seibothenreuth, aus den im mittleren Keuperstockwerke befindlichen Sandsteinen entspringend.

In einem Liter sind enthalten:

	gr			gr
$KLCl$	0,0042	oder:	Na_2O . . .	—
K_2SO_4 . . .	0,0094		K_2O . . .	0,0077
$CaSO_4$ . . .	0,0008		CaO . . .	0,0091
$CaCO_3$ . . .	0,0157		MgO . . .	0,0032
$MgCO_3$ . . .	0,0067		Cl	0,0020
N_2O_5	Spur		SO_3 . . .	0,0048
—	—		N_2O_5 . . .	Spuren
—	—		CO_2 . . .	0,0105
Summa:	0,0368			0,0373.

Dies entspricht in 100 Theilen Rückstand:

	%
K_2O . . .	20,70
CaO . . .	24,46
MgO . . .	8,60
Cl	5,37
SO_3 . . .	12,90
N_2O_5 . . .	Spur
CO_2 . . .	28,22
Summa:	100,25.

Der Trockenrückstand beträgt 0,0469 gr; organische Stoffe sind 0,0027 gr im Liter enthalten.

Sehr überraschend ist das gänzliche Fehlen von Natron in diesem Wasser und der grosse Kaligehalt, der in 100 Theilen des Rückstandes über 20 Theile beträgt; es dürfte diese eigenthümliche Erscheinung mit der Ankose Gümbel's in der Etage des Stubensandsteins in Beziehung stehen; der Name Ankose, worunter man solche Sandsteine versteht, welche neben den Quarzkörnern noch Feldspathkörner enthalten, ist schon von de Bonnard 1825 gebraucht worden. Möglicherweise sind diese Sandsteine bei Seybothenreuth durch Umwandlung von Feldspäthen glimmerhaltig und erklärt sich

daher der grosse Kaligehalt, zumal nach Analysen von Bischoff[1]) in den aus Feldspäthen entstandenen Glimmern ein wesentlich hoher Kaligehalt in den meisten Fällen vorherrschend ist.

Was den hohen Salpetersäuregehalt des aus dem oberen Keuper, dem Rhät kommenden Wassers betrifft, so gibt E. Spiess[2]) selbst an, dass dieser grosse Gehalt auffallen müsste; derselbe wurde jedoch von ihm bei späteren Untersuchungen dieses Wassers nicht mehr beobachtet.

Einen auffallend grossen Unterschied zeigt das aus dem bunten Gypskeupermergel (Nr. 8 im Profil) kommende Wasser, welches mit Salzen förmlich überladen und ungeniessbar ist; bietet ja doch dieser Mergel und die zwischen diesem liegenden Bänke von Gyps dem Wasser reichliche lösliche Mineralbestandtheile dar; leider sind in der Analyse eines solchen Wassers, welches südöstlich von Bayreuth bei Stockau entspringt, die Alkalien nicht bestimmt.

In einem Liter sind enthalten:

	gr			gr
Cl . . .	0,0025	oder:	Ca . .	0,4152
SO_3 . .	0,5934		Mg . .	0,0690

Organische Stoffe: 0,0054 gr.

Der Trockenrückstand beträgt für einen Liter 1,490 gr.

Das Wasser der Fuchssteiner Leitung, eines den Lehrberger Schichten (Profil Nr. 6) entspringenden Wassers enthält in einem Liter:

	gr			gr
NaCl . . .	0,0022	oder:	Na_2O . . .	0,0012
KCl	0,00079		K_2O . . .	0,0005
$CaCl_2$ . . .	0,00233		CaO . . .	0,0276
$CaSO_4$ . . .	0,0263		MgO . . .	0,0097
$CaCO_3$ . . .	0,0280		Cl	0,0032
$MgCO_3$ . . .	0,0203		SO_3 . . .	0,0155
N_2O_5 . . .	0,0005		N_2O_5 . .	0,0005
—	—		CO_2 geb. .	0,0230
Summa:	0,08032			0,0812.

[1]) Bischoff, chemische Geologie. II. Bd. 737.
[2]) Archiv f. Pharmacie. 3. R. 3. Bd. S. 385 ff.

Dies entspricht in 100 Theilen Rückstand:

	%
Na_2O . . .	1,47
K_2O . . .	0,61
CaO . . .	34,03
MgO . . .	11,96
Cl	3,94
SO_3 . . .	19,01
N_2O_5 . . .	0,61
CO_2 geb. .	28,36
Summa:	99,98.

Uebersieht man die auf der beiliegenden Tabelle zusammengestellten Resultate der Triaswasser, so sind in Bezug auf Reinheit die Wasser aus den Sandsteinen des mittleren Keuper, der aus dem Hauptbuntsandstein und endlich die aus dem oberen Keuperstockwerke kommenden Wässer obenan zu stellen. Auf diese folgen die den Lehrberger Schichten entspringenden Wässer, die gleichfalls noch für alle Zwecke verwendbaren Wässer des oberen Muschelkalkes und endlich die gänzlich unbrauchbaren aus den Gypskeuperschichten stammenden Wässer, die leider an manchen Orten, wo kein anderes Wasser zu haben ist, noch als Hauptwasserversorger dienen müssen.

D. Die Quellen aus dem Jura.

An den Rhät, die oberste Stufe des Keupers, schliesst sich der Jura an, dessen mächtige Schichtenreihe in drei Hauptabtheilungen getrennt ist:

I. in eine untere, den Lias oder schwarzen Jura,
II. in eine mittlere, den Dogger oder braunen Jura,
III. in eine obere, den Malm oder weissen Jura.

Von dem mittleren Jura, aus dem ein Wasser zur Analyse entnommen wurde, dürfte ein Profil durch die Doggerschichten [1]), wie sie sich in Schwaben und auch in dem oberfränkischen Gebiete verbreitet finden, angeführt werden, um so mehr, als auch darin

---

[1]) v. Gümbel, Grundzüge der Geologie. S. 775.

Zusammenstellung der

1000 ccm Wasser enthalten		NaCl	KCl	K_2CO_3	Na_2SO_4	K_2SO_4	$CaCl_2$
Kulmbach, grosse Leitung . . .	Keuper, Muschel-Buntsandstein Kalk.	0,00870	0,0039	—	—	—	—
Kulmbach, kleine Leitung . . .		0,01000	0,0060	—	—	—	—
Kronach, Marktplatzbrunnen . .		0,011700	—	0,007263	0,00611	0,002808	—
Kronach, Kirchenplatzbrunnen . .		0,01411	—	0,007560	—	—	—
Rodersberger Leitung		0,00016	—	—	0,00151	0,00203	—
Allersdorfer Leitung		0,00240	—	—	0,04760	0,02400	—
Saaser Leitung aus Rhaet. . . .		0,03300	0,00126	—	—	—	0,00140
Osterbrunner Leitung, Semionotensandstein		—	0,00420	—	—	—	0,00223
Fuchssteiner Leitung, Lehrberger Schichten . . .		0,00220	0,00079	—	—	0,00940	—

Dies entspricht

		Na_2O	K_2O	CaO	MgO
Kulmbach, grosse Leitung . . .	Keuper, Muschel-Buntsandstein, Kalk.	0,00460	0,00250	0,01005	0,00350
Kulmbach, kleine Leitung . . .		0,00530	0,00380	0,01235	0,00531
Kronach, Marktplatzbrunnen . .		0,00890	0,00644	0,06615	0,02120
Kronach, Kirchenplatzbrunnen . .		0,00748	0,00474	0,09350	0,0466
Rodersberger Leitung		0,00150	0,0011	0,2084	0,0202
Allersdorfer Leitung		0,0220	0,0130	0,2676	0,0357
Saaser Leitung aus Rhaet. . . .		0,0018	0,0008	0,0214	0,0068
Osterbrunner Leitung, Semionotensandstein		—	0,0077	0,0091	0,0032
Fuchssteiner Leitung, Lehrberger Schichten . . .		0,0012	0,0005	0,0276	0,0097
Stockauer Wasser aus Gypskeuper		nicht bestimmt		0,4152	0,0690

In 100 Theilen Rück-

		Na_2O	K_2O	CaO	MgO
		Procent	Procent	Procent	Procent
Kulmbach, grosse Leitung . . .	Keuper, Muschel-Buntsandstein, Kalk.	9,38	5,10	20,51	7,14
Kulmbach, kleine Leitung . . .		6,39	4,59	14,93	6,42
Kronach, Marktplatzbrunnen . .		4,04	2,90	30,07	9,60
Kronach, Kirchenplatzbrunnen .		2,08	1,57	31,06	15,48
Rodersberger Leitung		0,31	0,23	43,85	4,25
Allersdorfer Leitung		3,01	1,78	36,70	4,89
Saaser Leitung aus Rhaet. . . .		2,70	1,20	32,08	10,19
Osterbrunner Leitung, Semionotensandstein		—	20,70	24,46	8,60
Fuchssteiner Leitung aus Keuper		1,47	0,61	34,03	11,96

Wasser aus der Trias.

$CaSO_4$	$CaCO_3$	$CaON_2O_5$	NH_4NO_3	$MgCO_3$	Fe_2O_3 und Al_2O_3	N_2O_5	NH_3	SiO_2	Summe	Trocken-rückstand
0,0057	0,0130	—	—	0,0073	—	0,00180	—	0,0066	0,0470	0,0650
0,01305	0,0124	—	—	0,01115	—	0,0204	—	0,00775	0,08075	0,0863
—	0,09150	0,0437	—	0,0445	0,00325	—	—	0,00925	0,220081	0,2380
0,01494	0,15600	—	—	0,09780	Spuren	0,00624	—	0,0040	0,30059	0,3540
0,19900	0,22500	—	—	0,0424	nicht bestimmt	0,00390	0,00110	nicht bestimmt	0,47510	0,5190
0,38280	0,19600	—	—	0,07120		0,0009	0,0003		0,7252	0,7450
0,00527	0,0220	0,0179	Spur	0,0143		—	—		0,06543	0,0770
0,00080	0,01570	—	—	0,0067		Spur	—		0,03680	0,0469
0,02630	0,02800	—	—	0,02030		0,0005	—		0,08032	0,1020

im Liter:

Cl	SO_3	N_2O_5	CO_2	NH_3	Fe_2O_3	SiO_2	Summe
0,00710	0,00334	0,00180	0,00952	—	—	0,00660	0,04901
0,008875	0,00768	0,02040	0,011296	—	—	0,00775	0,08276
0,00710	0,00473	0,02880	0,06587	—	0,00325	0,00925	0,22169
0,01210	0,00879	0,00624	0,11984	—	Spuren	0,00400	0,30329
0,0010	0,1188	0,0039	0,1210	0,0011			0,4760
0,0015	0,2630	0,0009	0,1258	0,0003			0,7298
0,0035	0,0031	0,0118	0,0174	0,0002			0,0668
0,0020	0,0048	Spur	0,0105	—	nicht bestimmt		0,0371
0,0032	0,0155	0,0005	0,0230	—			0,0812
0,0025	0,5934	nicht bestimmt					Trockenrücksi. = 1,4900

stand sind enthalten:

Cl	SO_3	N_2O_5	CO_2	NH_3	Fe_2O_3	SiO_2	Summe
Procent	Procent	Procent	Procent	Procent	Procent	Procent	Procent
14,49	6,81	3,67	19,42	—	—	13,47	99,99
10,73	9,28	24,66	13,65	—	—	9,37	100,02
3,22	2,15	13,09	29,94	—	1,50	4,20	100,71
4,02	2,58	2,07	39,80	—	Spuren	1,32	99,98
0,21	25,01	0,82	25,47	0,23			100,38
0,20	36,07	0,12	17,25	0,04			100,06
5,23	4,64	17,69	26,08	0,30	nicht bestimmt		100,11
5,37	12,90	Spur	28,22	—			100,25
3,94	49,01	0,61	28,36	—			99,98

die Stellen bezeichnet sind, an denen Wasserhorizonte sich finden, welche in der Landschaft dadurch sich besonders bemerkbar machen, dass zahlreiche Quellen auf denselben zu Tage treten.

Die Reihenfolge ist:

Oberer Lias (Posidonomienschiefer und Inuensismergel),

Unterer Dogger mit Opalinusthon — unterer Wasserhorizont — Eisensandstein und Giganteusthone,

Mittlerer Dogger mit Schwefelkiesschichten, Dentalienthon, Macrocephalenoolithe,

Oberer Dogger mit Ornatenthon mit verschiedenen Ammoniten — oberer Wasserhorizont —,

Weisser Jura.

Das Wasser aus diesem braunen Jura entspringt dem unteren Wasserhorizonte südwestlich von Bayreuth bei Haardt und findet als Brunnenwasser der Stadt Bayreuth Verwendung. Das Wasser zeichnet sich durch grosse Reinheit aus und steht den Wässern des Buntsandsteins und mittleren Keupers darin fast nicht nach:

Nach E. Spiess enthält ein Liter:

	gr			gr
$NaCl$ . . .	0,0121	oder:	Na_2O . .	0,0064
K_2SO_4 . . .	0,0074		K_2O . . .	0,0057
K_2CO_3 . . .	0,0024		CaO . . .	0,0062
CaO, N_2O_5 .	0,0104		MgO . .	0,0043
$CaCO_3$ . . .	0,0048		Cl . . .	0,0072
$MgCO_3$ . .	0,0090		SO_3 . . .	0,0038
NH_3	0,0002		N_2O_5 . .	0,0069
—	—		CO_2 . . .	0,0078
—	—		NH_3 . . .	0,0002
Summa:	0,0463			0,04850.

Der Trockenrückstand beträgt für einen Liter des Wassers 0,071; an organischer Substanz enthält das Wasser in einem Liter 0,009 gr.

In 100 Theilen Rückstand sind enthalten:

	%
Na_2O . . .	13,22
K_2O . . .	11,80
CaO . . .	12,80
MgO . . .	8,88
Cl	14,87
SO_3 . . .	6,85
N_2O_5 . . .	14,25
CO_2 . .	16,11
NH_3 . . .	0,04
Summa:	98,82.

Die obere Abtheilung des Jura, der weisse Jura, hat im südlichen Oberfranken seine hauptsächlichste Verbreitung und eine Gesteinsart, die in diesem sogenannten Frankenjura mächtig entwickelt ist, ist der Dolomit, dessen pittoreske Felsformen ihn durch sein ganzes Verbreitungsgebiet auszeichnen.

Die Wasserverhältnisse sind in den Gegenden des weissen Jura nicht gerade günstig; die starke Zerklüftung der Kalkfelsen bewirkt, dass die atmosphärischen Niederschläge rasch in die Tiefe versickern, was an vielen Orten grosse Wasserarmuth zur Folge hat. Die Quellen, die von dem auf den thonigen Zwischenlagen sich sammelnden Niederschlagswasser ihre Nahrung beziehen, sind im Ganzen spärlich vorhanden und entweder nur sporadisch fliessende oder auch vielfach solche, welche an vereinzelten Thalstellen hervorbrechen und dann durch ihren erstaunlichen Wasserreichthum sich auszeichnen. So liegen auch die Verhältnisse in dem Theil des Frankenjura, welcher als fränkische Schweiz bezeichnet wird; so quellenreich hier die Thäler sind, so wasserarm und steril sind die Plateaus. Aus diesem Gebiete wurde von Professor v. Gorup eine Reihe von Quellwässern untersucht und von ihm festgestellt, dass die Quellenrückstände der Wässer aus Gesteinsarten, welche ihrer Hauptmasse nach aus einem und demselben Mineral bestehen, auch quantitativ die nämliche Zusammensetzung haben, wie die Gesteinsarten selbst.

Was die Bestandtheile dieser Quellen aus dem Dolomit, sowie einer aus dem braunen Jura und einer an der Grenze des weissen Juras und des Dolomites liegenden betrifft, so sind Kieselerde,

kohlensaurer Kalk und kohlensaure Magnesia die einzigen Bestandtheile, die in nicht zu grossen Mengen Wassers quantitativ bestimmt werden können. Schwefelsäure ist in den Rückständen nicht nachweisbar, Chlor nur spurenweise, Alkalien und Eisen sind in sehr geringer Menge zugegen. Alle Quellen enthalten etwas organische bituminöse Substanz, die meisten aber so wenig, dass die Abdampfungsrückstände schneeweiss erscheinen und sich beim Glühen nur sehr unbedeutend und vorübergehend schwärzen.

Die nachstehenden Analysen auf der nächsten Seite sind, wie schon erwähnt, von v. Gorup[1]) ausgeführt und die Bestandtheile auf 1000 ccm berechnet; gleichzeitig ist auch das Verhältniss des Calcium- und Magnesiumcarbonates in 100 Theilen beider Carbonate in der unteren Columne dazugesetzt, wie es dem in den Quellen enthaltenen Rückstande an Kalk- und Magnesiumcarbonat entspricht.

Das procentische Verhältniss des Calcium- und Magnesiumcarbonates in zwei von v. Gorup[2]) analysirten Dolomiten der fränkischen Schweiz ist:

	I.	II.
$CaCO_3$ . . .	57,32%	57,21%
$MgCO_3$ . . .	42,68 „	42,79 „

Es ist nun durch die Analyse in interessanter Weise bewiesen, dass die Quellen von Streitberg bis Wöllmersbrunnen reine Dolomitquellen sind, da sich zumal bei einigen das Verhältniss des Calcium- und Magnesiumcarbonates in ihren Abdampfungsrückständen ganz dem Molecularverhältnisse der normalen Dolomite nähert.

Die Quellen des Püttlachthales sind kalkreicher, doch ist ihr Magnesiumcarbonatgehalt immer noch innerhalb derjenigen Grenzen, die man dolomitischen Kalken zieht. Die Quellen aus dem braunen Jura von Breitenbach und Gasseldorf, sowie die Wasser der Wiesent und Püttlach zeigen die Zusammensetzung der Dolomite nicht mehr.

---

[1]) Annalen d. Chemie u. Pharm. VIII. Supplmtbd. 1872. S. 230 ff.

[2]) ibidem.

	Breitenbach	Gasseldorf	Streitberg	Muggendorf	Sachsenmühle	Faulbrunnen bei d. Sachsenmühle	Stempfermühle	Behringersmühle	Wollmerbrunnen	Ochsenbrunnen	Tüchersfeld	Pottenstein	Weihertha	Wiesent	Püttlach
SiO_2	0,0052	0,0066	0,0064	0,0059	0,0058	0,0120	0,0060	0,0054	0,0120	0,0062	0,0086	0,0060	0,0050	0,050	0,0054
$CaCO_3$ . . .	0,1944	0,2264	0,1678	0,1223	0,1360	0,1792	0,1300	0,1682	0,1640	0,2004	0,2022	0,1536	0,1450	0,1864	0,1774
$MgCO_3$ . . .	0,0226	0,0288	0,1234	0,0907	0,1044	0,1014	0,0912	0,1218	0,1303	0,0786	0,1006	0,0928	0,0926	0,0792	0,0852
Summe	0,2222	0,2618	0,2976	0,2189	0,2462	0,2926	0,2272	0,2954	0,3068	0,2852	0,3114	0,2524	0,2434	0,2706	0,2630
Rückstand direct bestimmt	0,2334	0,2560	0,3004	0,2640	0,2576	0,2816	0,2342	0,2864	0,3186	0,2928	0,2850	0,2598	0,2404	0,2372	0,2351

In 100 Theilen Rückstand sind enthalten Procent an $CaCO_3$ und $MgCO_3$:

$CaCO_3$ . . .	89,58	88,71	57,62	57,41	56,57	63,86	58,77	58,00	55,56	71,82	66,78	62,34	61,02	70,18	67,56
$MgCO_3$ . . .	10,42	11,29	42,38	42,59	43,43	36,14	41,23	42,00	44,44	28,18	33,22	37,66	38,98	29,82	32,44

An diese Darstellung der hydrographischen Verhältnisse Oberfrankens mögen sich noch einige Schlussbemerkungen anreihen.

Was die chemische Zusammensetzung der in den Wässern gelösten Mineralbestandtheile betrifft, so spiegelt sich darin jene der Gebirgsarten, in welchen die Quellen entspringen oder welche sie durchsetzen, in qualitativem Sinne wieder; ja es wurde gezeigt, dass Quellenrückstände sogar dieselben Verhältnisse in der Zusammensetzung als die Gesteinsart, der sie entstammen, besitzen können. In Folge dieses Umstandes hat eine Classification der Wässer nach dem geologischen Ursprungsorte, wie es in vorliegender Arbeit versucht wurde, seine volle Berechtigung und es ist, wie es in der Einleitung erwähnt wurde, bei der Beurtheilung eines Wassers für die verschiedenen Zwecke nothwendig, vor Allem die geologischen Verhältnisse der betreffenden Gegend zu kennen.

Was die Wässer der Urgebirgsformation betrifft, so zeichnen sich dieselben durch grosse Armuth an Mineralbestandtheilen aus, enthalten wenig Kalk und ist besonders der grosse Gehalt an Alkalien, mit welchem auch die Farbe der Wässer beziehungsweise Gehalt an organischen Substanzen im Zusammenhange steht, bemerkenswerth, der bei den Wässern des Frankenwaldes in den Hintergrund tritt.

Die Quellen, welche der Devonformation angehören, sind meist Mineralquellen; denn alle im nordwestlichen Gebiete vorhandenen Säuerlinge entspringen dem devonischen Diabase und Schalsteinschichten. Die Ergüsse dieser Säuerlinge finden an solchen Thaleinschnitten statt, an denen Durchkreuzungen von Erz- und Mineralgängen vorhanden sind; ja auch da, wo eigentliche Säuerlinge nicht zu Tage treten, verräth an zahlreichen Stellen wenigstens das Aufsprudeln von Kohlensäuregasblasen in den Thalvertiefungen das Querdurchschneiden von Mineralgängen. Sowohl in den Ursprungsgesteinen, hier den Diabasen, Schalsteinen, Schieferschichten etc., als auch in den von den Quellen abgesetzten Ockern sind alle die Stoffe nachgewiesen, welche auch in den Quellen vorhanden sind und ist der geringere oder grössere Gehalt an Mineralbestandtheilen vor Allem durch die zur Verfügung stehenden Mengen Kohlensäure bedingt, wie dies besonders bei den neuen Untersuchungen der Stebener Quellen bewiesen werden konnte. Eine andere Reihe von vorzüglichen Quellen liefern die Sandsteine des Rothliegenden, der

Buntsandsteinformation und des Keupers, während die des Muschelkalkes, des Jura und dann die des unteren Keupers sehr mit mineralischen Bestandtheilen angereichert sind.

Was die Veränderungen im Laufe der Flüsse betrifft, so ist durch die Analyse gezeigt worden, dass dieselben hauptsächlich von der mineralischen und geologischen Beschaffenheit des von den Flüssen durchströmten Gebietes abhängig sind; die Veränderungen werden durch den Zutritt von Nebenflüssen aus anderen Formationen zu den Flusswässern immer grössere; in interessanter Weise zeigt sich, dass die Analyse der Wässer nach dem Zusammenflusse zweier verschiedene geologische Gebiete durchfliessenden Flüsse mit gleichen Wassermengen meist das Mittel der mineralischen Bestandtheile der beiden Flusswässer ergibt, dass aber bei vorherrschend grösserer Wassermenge des einen nach der Vereinigung auch der Gehalt der festeren Bestandtheile dieses in den Vordergrund tritt.

Ueber die Methoden der Untersuchung folgen endlich noch einige Mittheilungen:

Trockenrückstand:

Zu den Bestimmungen des Trockenrückstandes wurden je nach dem Gehalte des Wassers an festen Bestandtheilen zwei oder noch mehrere Liter auf dem Wasserbade in Platinschaalen eingedampft und bei 110 ° C. bis zur Gewichtsconstanz getrocknet.

Das Gewicht des Trockenrückstandes ist nun immer höher als die Summe der gefundenen einzelnen Bestandtheile beträgt; es ist dies dadurch bedingt, dass verschiedene Salze, vor Allem der Gyps bei dieser Temperatur ihren Wassergehalt nicht völlig abgeben; andrerseits findet bei Anwendung einer höheren Temperatur, wie eine solche zu 180 ° C. von Fresenius vorgeschlagen ist, eine grosse Veränderung der Mineralbestandtheile statt, indem Nitrate und Chloride zerstört und verflüchtigt werden.

Die Temperatur zu 110 ° ist auch in den Vereinbarungen zur Untersuchung von Nahrungs- und Genussmitteln von Herrn Professor Dr. A. Hilger als die zweckentsprechendste angegeben worden.

Bestimmung der Gesammtkohlensäure.

Dieselbe geschah in der Weise, dass in Flaschen, die eine bestimmte Menge einer titrirten ammoniakalischen Chlorbaryumlösung enthielten, mittelst eines Hahnapparates eine bestimmte Menge des zu prüfenden Wassers gegeben wurde. Nach zwölfstündigem Stehen wurde filtrirt, in einer abgemessenen Menge des Filtrates mit $^1/_{10}$ Normalschwefelsäure das überschüssige Ammoniak titrirt und dadurch der Gehalt an Kohlensäure ermittelt. Die Bestimmung auf diesem Wege liefert ganz genaue Resultate, wovon ich mich durch Controlbestimmungen auf gewichtsanalytischem Wege überzeugen konnte.

Organische Substanz.

Die Bestimmung der gelösten organischen Substanz geschah durchwegs nach der von Kubel angegebenen Methode in sauerer Lösung. Die Resultate der von mir untersuchten Wasser sind in Gramm Sauerstoff verbraucht zur Oxydation von 1000 ccm Wasser angegeben.

Chlor.

Das Chlor wurde nach der Methode von Mohr durch Titriren mit Silberlösung bestimmt; bei einigen Wassern wurde das Chlor ausserdem auch noch gewichtsanalytisch bestimmt.

Ammoniak- und salpetrige Säure.

Die Bestimmung des Ammoniaks geschah nach der von Frankland und Armstrong angegebenen colorimetrischen Methode, die der salpetrigen Säure nach der ebendaselbst aufgeführten von Tromsdorf.

Die Bestimmung des Gehaltes an Salpetersäure im Wasser wurde nach der ursprünglich von Tromsdorf angegebenen, von J. Mayrhofer verbesserten Indigomethode ausgeführt.

Schwefelsäure.

Die Schwefelsäure wurde in 500 ccm Wasser gewichtsanalytisch bestimmt; bei ganz geringem Schwefelsäuregehalt wurden 1000 ccm Wasser auf den vierten Theil eingedampft, filtrirt und die Schwefelsäure als schwefels. Baryt abgeschieden.

Die Bestimmung der Kieselsäure, des Eisens, Kalkes und der Magnesia

geschah im Abdampfrückstande von mehreren Litern (2—8 Liter). Dieser Rückstand wurde nach dem Wägen mit verdünnter Salzsäure und destillirtem Wasser versetzt, wiederholt zur Trockne verdampft und dann zwei Stunden lang bei 110° im Trockenrückstande ausgetrocknet. Der Rückstand wurde nun mit einigen Tropfen concentrirter Salzsäure befeuchtet, destillirtes Wasser dazugegeben und die nach einigem Stehen ausgeschiedene Kieselsäure abfiltrirt, gut mit heissem Wasser ausgewaschen und die getrocknete Kieselsäure im Platintiegel im Hempel'schen Glühofen geglüht. Im Filtrate wurde die Thonerde und das Eisenoxyd nach der Oxydation durch Ammoniak ausgefällt, der ausgewaschene Niederschlag von Neuem gelöst und gefällt, um allenfalls mit ausgeschiedenen Kalk zu entfernen. In dem geglühten Eisenniederschlage wurde die Phosphorsäure, wenn vorhanden, bestimmt. Die Bestimmung des Eisens in dem Ammonniederschlage geschah volumetrisch mittelst Kaliumpermanganat. In der vom Eisenoxydhydrat abfiltrirten Flüssigkeit wurde der Kalk unter bekannten Vorsichtsmassregeln durch oxalsaures Ammon und die Magnesia mit phosphorsaurem Natron und Ammoniak ausgeschieden; ersterer wurde als Calciumoxyd, letztere als pyrophosphorsaure Magnesia bestimmt.

Die Bestimmung der Gesammtmenge des vorhandenen Eisenoxyduls in den untersuchten Gesteinen wurde in der Weise durchgeführt, dass circa 0,3—0,5 gr fein pulverisirter Substanz mit concentrirter Schwefelsaure, die mit

dem halben Volumen Wasser verdünnt war, in zugeschmolzenen Röhren aufgeschlossen wurden; nach erfolgter Aufschliessung wurden die Röhren geöffnet, deren Inhalt in eine ziemliche Menge heisses Wasser gegeben und mit Kaliumpermanganat das vorhandene Eisenoxydul bestimmt.

Bestimmung der Alkalien.

Die Bestimmung dieser wurde in dem Verdampfungsrückstande von grösseren Mengen Wassers vorgenommen in der Weise, dass Kieselsäure, Eisen, Kalk entfernt wurden. Das Filtrat wurde in einer Platinschale eingedampft, der Rückstand gut ausgetrocknet und die darin befindlichen Ammonsalze durch vorsichtiges Glühen entfernt. Der Rückstand wurde in Wasser gelöst und zu dieser Lösung 20 ccm einer gesättigten Baryumhydroxydlösung zur Entfernung der Magnesia gegeben. Nach einstündigem Erwärmen auf dem Wasserbade wurde zur Entfernung des überschüssigen Barytes längere Zeit ein mässiger Strom Kohlensäure eingeleitet; um das hiebei sich bildende doppeltkohlensaure Salz des Baryums in einfaches überzuführen, wurde zum Kochen erhitzt und filtrirt. Das Filtrat wurde mit einer geringen Menge kohlensauren Ammons versetzt, um sicher zu sein, allen Baryt ausgefällt zu haben. War dieses erreicht, so wurden nach dem Eintrocknen des Filtrates in einer Platinschale die Ammoniaksalze verjagt, der Rückstand mit Wasser aufgenommen, die filtrirte Lösung in einer gewogenen Platinschale zur Trockne verdampft und nach gelindem Glühen gewogen. Die Alkalien sind bei Anwendung dieses Ganges schon von vorneherein als Chloride vorhanden.

In der Lösung dieser Chloride wurde das Kali durch Platinchlorid ausgefällt und als Kaliumplatinchlorid in bekannter Weise gewogen; in das Filtrat wurde nach Beseitigung des Alkoholes unter Erwärmen Wasserstoffgas eingeleitet, um das Platin des Natrium- und Lithiumplatinchlorides wegzunehmen. In der vom Platin abfiltrirten Flüssigkeit waren die Chloride des Natriums und Lithiums; letzteres wurde, wenn es vorhanden war, nach der von Fresenius angegebenen Methode als phosphorsaures und zur Controle noch als schwefelsaures Salz bestimmt.

Nach dieser Methode wurden die Alkalien auch in den Mineralien bestimmt.